

Müller-Köglér

Union Internationale des Sciences Biologiques
Organisation Internationale de Lutte Biologique
contre les animaux et les plantes nuisibles

SECTION REGIONALE OUEST PALEARCTIQUE

K



LOTLB:

LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE LES
COCHENILLES ET ALEURODES DES AGRUMES

BIOLOGICAL CONTROL OF
CITRUS COCCIDS AND ALEURODIDS

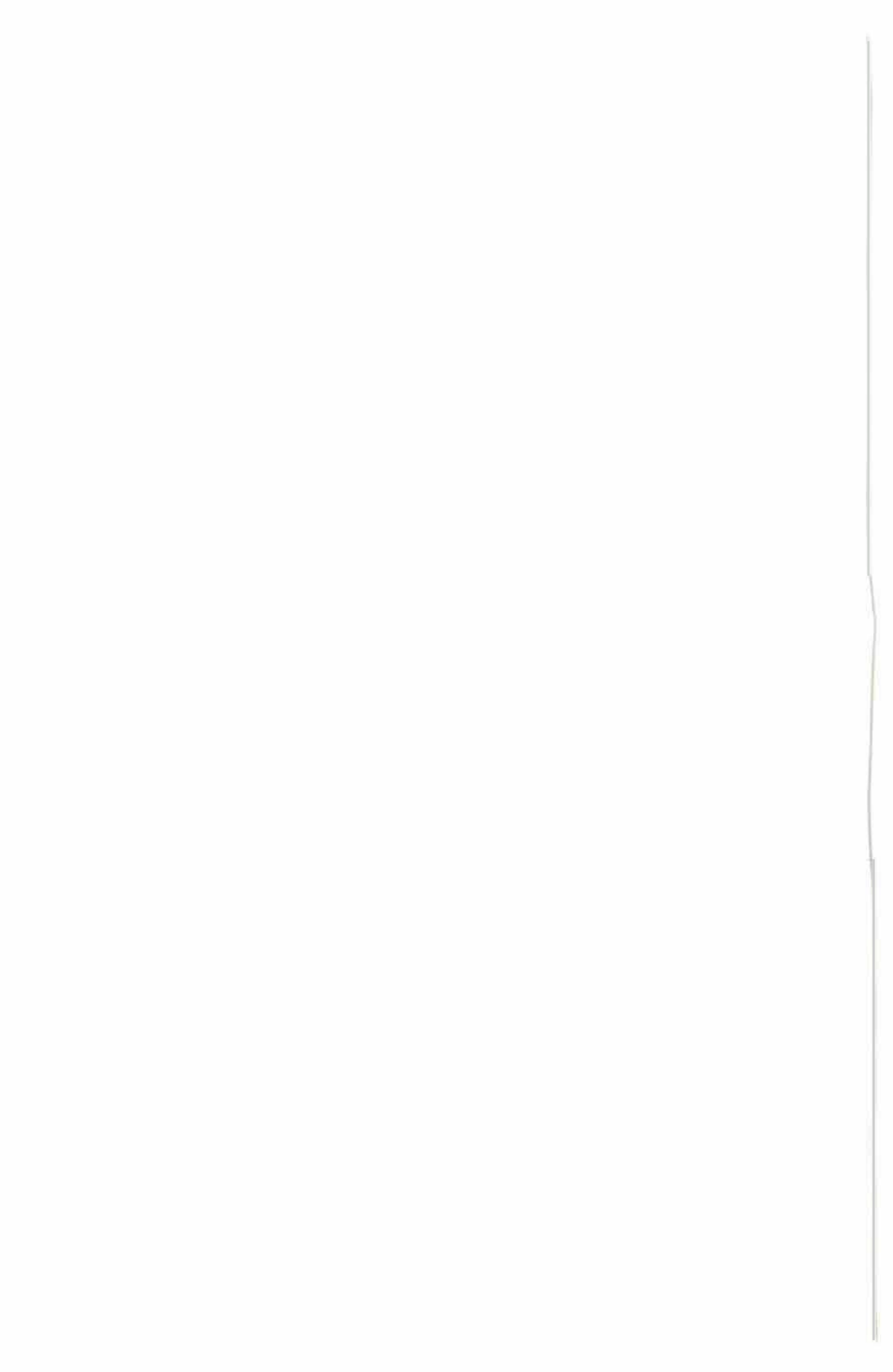
Biol. Bek. / Parasiten
W - Tortricidae
W - Aleurodidae
siehe Lühl, zu fügen:
mykol. völlig
heraus

BULLETIN SROP

WPRS BULLETIN

1974/3





ORGANISATION INTERNATIONALE DE LUTTE BIOLOGIQUE
CONTRE LES ANIMAUX ET LES PLANTES NUISIBLES

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR BIOLOGICAL
CONTROL OF NOXIOUS ANIMALS AND PLANTS

GROUPE DE TRAVAIL LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE
LES COCHENILLES ET ALEURODES DES AGRUMES
RAPPORT DE LA REUNION TENUE DU 18 AU 23 SEPTEMBRE A ATHENES

WORKING GROUP BIOLOGICAL CONTROL OF
CITRUS COCCIDS AND ALEURODIDS
REPORT OF THE MEETING HELD FROM 18 TO 23 SEPTEMBER AT ATHENS

BULLETIN SROP
WPRS BULLETIN 1974/3

TABLE DES MATIERES - CONTENTS

BENASSY, C. Introduction	7
DEMOPOULOS, DEMETRE. Discours d'ouverture	9
BRADER, L. L'organisation internationale de lutte biologique	11
PELEKASSIS, C.D. Historical review of biological control of citrus scale insects in Greece	14
ROSEN, D. and P. DeBACH. Biosystematic studies on the species of <i>Aphytis</i> (Hymenoptera: Aphelinidae)	21
BENASSY, C. et H. BIANCHI. Observations sur <i>Aonidiella aurantii</i> Mask. et son parasite indigène <i>Comperiella bifasciata</i> How. (Hymenoptera, Encyrtidae)	39
ONILLON, J.C. et J. ONILLON. Contribution à l'étude de la dynamique des populations d'homoptères inféodés aux agrumes. III. 2 - Mod- alites de la dispersion de <i>Cales noacki</i> How. (Homopt, <i>Aphelinidae</i>), parasite d' <i>Aleurothrixus floccococcus</i> Mask. (Homopt, <i>Aleurodidae</i>)	51
VILARDEBO, A. Les cochenilles des agrumes dans l'ouest africain. Ré- partition et développement en relation avec la climatologie	67
MURAKAMI, Y. Native parasites of <i>Unaspis yanonensis</i> in Japan	79
LIOTTA, G. Essais d'élevage d' <i>Aphytis chilensis</i> How. (Hym. Aphelinidae)	83
ARGYRIOU, L.C. Data on the biological control of citrus scales in Greece	89

TUNCYÜREK, M. and C. ÖNCÜER. Studies on aphelinid parasites and their hosts, citrus diaspine scale insects, in citrus orchards in the Aegean region	95
TUNCYÜREK, M. and C. ÖNCÜER. Estimation of the population of <i>Saissetia oleae</i> Bern. on citrus in Western Turkey	109
VIGGIANI, G. Recherches sur les cochenilles des agrumes	117
CAZELLES, J.P., A. BERTIN et G. CULTRUT. Dix-huit mois d'activité de l'insectarium de Mechra-Bel-Ksiri	121
PANIS, A. Modalités de dispersion de <i>Metaphycus helvolus</i> Compere (Hymenoptera, Chalcidoidea, Encyrtidae) lâché en un point d'un verger d'agrumes	131
JARRAYA, A. Observations bioécologiques sur une cochenille citricole dans la région de Tunis. <i>Saissetia oleae</i> (Bernard) (Homoptera, Coccoidea, Coccidae)	135
ABASSI, M. et G. EUVERTE. Etude de l'efficacité et de l'acclimatation d' <i>Aphytis melinus</i> DeBach au Maroc	159
HAFEZ, MOSTAFA and A. RAOUF. Effect of chemical control on rate of parasitism of the black scale, <i>Chrysomphalus ficus</i> Ashm., in Egypt	169

INTRODUCTION

Le groupe de travail "Cochenilles et Aleurodes des Agrumes" de l'OILB a tenu sa 2ème réunion a Athènes du 18 au 23 Septembre 1972.

Venant après celle tenue à Rabat en octobre 1970, consacrée avant tout à l'inventaire des préoccupations quotidiennes des différents spécialistes et à l'exposé de leurs principaux résultats, la réunion d'Athènes devait se caractériser par un effort de réflexion sur 3 grands thèmes généraux relatifs aux méthodes et techniques d'estimation des populations des ravageurs, d'élevage des entomophages et de contrôle de l'efficacité des auxiliaires introduits, avec comme corollaire la répercussion des traitements sur les entomophages utilisés.

Les discussions attendues des divers exposés devraient être le premier pas vers cette harmonisation progressive des méthodes de travail, qui représente le but primordial du groupe, afin de pouvoir juger d'une façon comparable les résultats obtenus dans les différents pays.

La Grèce par les résultats pratiques qu'elle a enregistrés déjà, en Crête et dans le Péloponnèse notamment, au moyen de l'introduction de divers entomophages constituait donc le pays tout indiqué pour l'organisation d'une telle réunion.

C. Benassy

PARTICIPANTS

France, E. BILLIOTI, C. BENASSY, J.C. ONILLON, A. PANIS, A. VILARDEBO;
Pays-Bas, L. BRADER; Belgique, J. BERNARD; Grèce, K. PELEKASIS, M. TZANAKAKIS,
TH. BOUCHELOS, E. PSARROS, L. ARGYRIOU; Israel, D. ROSEN; Italie, G. LIOTTA,
G. VIGGIANI, S. INSERRA, E. TREMBLAY; Maroc, A. ABBASSI, M. MADKOURI, G.
EUVERTE; Tunisie, A. JARRAYA; Turquie, M. TUNCYUREK; U.A.R., MUSTAFA HAFEZ;
F.A.O., Y. ARAMBOURG, B. SIGWALT.

Editeur: Secrétariat-Général OILB/SROP

L.Brader

Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek

Binnenhaven 12

Wageningen. Pays-Bas.

DISCOURS D'OUVERTURE

by

DEMETRE DEMOPOULOS

Secrétaire Général Suppléant du Ministère de l'Economie Nationale,
Secteur Agriculture, Athènes

Mesdames et Messieurs,

C'est un grand plaisir pour moi, de déclarer l'ouverture des travaux des distingués hommes des sciences, ici présents, réunis, en cette ville de la Déesse Athéna et, sous l'Acropole, afin qu'ils puissent communiquer et discuter des thèmes qui concernent la Lutte Biologique des cochenilles des agrumes.

Depuis de longues années déjà, la culture des agrumes se pratique en Grèce et comprend aujourd'hui un grand pourcentage des terrains cultivés contribuant ainsi d'une manière certaine aux revenus nationaux du Pays.

Cette culture, qui donne, comme l'on sait, des fruits exceptionnels quant à leur goût et au régime des hommes, subit, comme toutes les autres cultures des dégâts et souvent l'action destructive des différents organismes pathogènes.

Rappelons, pour mémoire, que cette culture fournit accessoirement des huiles éthérées et des extraits de grande utilité dans la confiserie, dans la parfumerie, dans la distillerie, dans la pharmacologie et dans les applications ménagères.

Parmi les organismes pathogènes on trouve la famille des cochenilles, pour la lutte contre lesquelles vous êtes les mieux qualifiés.

En cette circonstance, il est d'une importance spéciale que le Groupe de Travail auquel vous appartenez s'occupe avec l'étude des moyens biologiques

de la lutte contre les cochenilles des agrumes et non par les moyens des composés chimiques, dont on connaît les inquiétudes internationales en ce qui concerne leurs conséquences.

Il est bien connu, que l'agriculteur, dans son effort de protéger sa production contre les dégâts des différents organismes pathogènes, utilise en une large et démesurée échelle des produits chimiques avec, comme conséquence, la présence inévitable des restes toxiques dont sont affectés ses produits agricoles.

En plus, on sait que cette même cause a pour effet la pollution de l'environnement, et un trouble dans l'équilibre de la nature, manifesté parfois, par l'échec de la lutte contre l'ennemi, vers lequel l'effort est dirigé. Dans ces conditions, vous offrez, par votre contribution scientifique, la meilleure manière de la lutte contre les organismes pathogènes, du fait que, parallèlement, vous protégez aussi la santé des consommateurs, l'équilibre biologique et la nature en général.

Les résultats obtenus, jusqu'ici, sur une échelle internationale, dans le secteur de la lutte biologique et dans l'extermination intégrale des ennemis et des maladies des plantes, ont trouvé une application analogue en Grèce, et en particulier, contre les cochenilles des agrumes, et ceci avec des résultats satisfaisants.

Il appartient à vous de perfectionner et de développer la méthode en question aux fins de son utilisation future sur une large échelle.

Je vous souhaite donc, la bienvenue de la part du Gouvernement National de mon Pays, ainsi qu'un bon succès dans vos efforts, un séjour agréable et une collaboration fructueuse.

L'ORGANISATION INTERNATIONALE DE LUTTE BIOLOGIQUE

par

L. BRADER

Secrétaire Général OILB/SROP
 Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek,
 Wageningen, Pays Bas

Lors du 8ème Congrès International d'Entomologie à Stockholm en 1948, l'idée fut lancée de la création d'une Organisation Internationale dans le domaine de la Lutte Biologique. A la suite des vœux émis à la réunion de Stockholm, l'Union Internationale des Sciences Biologiques (U.I.S.B.) décidait de créer en 1950 une Commission Internationale de Lutte Biologique (C.I.L.B.) dans sa division de Biologie animale. Cette Organisation avait comme but l'échange des idées entre chercheurs travaillant dans ce domaine et la diffusion des principes de la lutte biologique auprès des autorités officielles. Le terme "Lutte biologique" signifiait à ce moment l'introduction des parasites et prédateurs des insectes nuisibles aux cultures. Le succès de la C.I.L.B. était tel qu'il devient vite évident que ce groupe-ment avait le potentiel pour devenir une vraie Organisation Internationale de Lutte Biologique contre les animaux et les plantes nuisibles.

Déjà en 1956 l'Organisation comprenait deux services:

- a) le service d'identification,
- b) le service de recherche, de prospection et d'application.

A la même époque des contacts officiels furent établis avec l'Organisation Européenne pour la Protection des Plantes (O.E.P.P.) et avec la Food and Agriculture Organisation (F.A.O.). Les problèmes poursuivis par la C.I.L.B. en collaboration avec l'O.E.P.P. étaient: *Ceratitidis capitata*, *Dacus oleae*,

Hyphantrea cunea et *Quadraspidiotus perniciosus*. Avec la F.A.O. des échanges d'idées avaient lieu pour le problème de la Mouche de l'Olive en Grèce, et sur la lutte biologique d'*Eurygaster integriceps* en culture de céréales au Moyen-Orient.

Mais on pourrait presque dire que le vrai développement des activités scientifiques à l'intérieur de l'Organisation débutait à partir de 1956/1957, époque où il fut décidé de créer des Groupes de Travail. Ces groupes permettaient aux chercheurs travaillant sur un certain projet de lutte biologique, de se réunir régulièrement et d'étudier ensemble les meilleures solutions. On peut citer entre autres les Groupes de travail "Pou de San José", "*Dacus oleae*", "*Ceratitidis capitata*" et "*Hyphantrea cunea*". Dans ces Groupes, l'idée classique de la lutte biologique constituait la base scientifique du travail. Dans le Groupe "Lutte intégrée en vergers" par contre une nouvelle méthode était choisie.

Les résultats des travaux des Groupes de Travail, ainsi que les services rendus par les Services d'Identification et de Documentation ont donné à l'Organisation une réputation mondiale. Mais pour des raisons historiques et pratiques le terrain d'action se limitait à la Région de l'Europe, le Proche et le Moyen-Orient et l'Afrique du Nord. Dans le reste du Monde, de nombreux chercheurs, reconnaissant l'intérêt de l'Organisation Internationale de Lutte Biologique, prirent contact afin d'étudier les possibilités d'élargir ce terrain d'action, sans que l'Organisation perde son efficacité. C'est ainsi que l'Union Internationale des Sciences Biologiques réunissait du 17 au 19 novembre 1969 à Amsterdam 34 spécialistes de la lutte biologique afin d'étudier avec le Comité Exécutif de l'O.I.L.B. les changements administratifs nécessaires pour englober la quasi-totalité des chercheurs. La solution fut trouvée dans la création de Sections Régionales, à l'intérieur desquelles des échanges restaient possibles. L'ancienne O.I.L.B. se transformait ainsi en Section Régionale Ouest Paléarctique. Les nouveaux statuts permettant ces changements furent adoptés à l'unanimité par les délégués à la 5ème Assemblée Générale de l'O.I.L.B. tenue à Rome du 30 mars au 3 avril 1971. Ces modifications n'ont rien changé à la politique poursuivie depuis quelques années par notre Section. Le Conseil considère toujours que la base de nos activités est formée par les travaux des Groupes de Travail.

Actuellement nous comptons 24 Groupes de Travail et depuis l'Assemblée Générale de Rome jusqu'à maintenant, ces Groupes ont organisé 18 Symposiums ou réunions de travail.

Nos Groupes de Travail couvrent un très grand nombre de problèmes phytosanitaires, et une analyse critique régulière de leurs activités est nécessaire. Notre Section se trouve dans l'heureuse situation, grâce à ses moyens financiers, de pouvoir garantir la continuité des travaux dans un assez grand nombre de groupes. Mais ceci nous oblige aussi à offrir en permanence à nos Membres des résultats concrets pour justifier leur support financier. D'autre part, avec le progrès dans l'Agriculture, de nouveaux problèmes se posent, ce qui nécessite la création de nouveaux Groupes, en remplacement de ceux dont l'existence devient moins évidente, soit par un changement dans la situation des problèmes étudiés, soit par un manque d'intérêt des Membres du Groupe.

Votre Groupe de Travail Lutte Biologique contre les Cochenilles des Agrumes compte certainement parmi les plus actifs. Et c'est avec une grande satisfaction que le Conseil a pris connaissance de l'hospitalité offerte par nos collègues grecs pour permettre l'organisation de cette réunion. Ceci souligne une fois de plus les bonnes relations qui ont toujours existé depuis le début de nos activités et qui se poursuivent encore entre notre Organisation et les Autorités grecques.

HISTORICAL REVIEW OF BIOLOGICAL CONTROL
OF CITRUS SCALE INSECTS IN GREECE

by

C.D. PELEKASSIS

Laboratoire d'Entomologie et de Zoologie Agricole,
Ecole Supérieure Agronomique d'Athènes

Men and harmful insects have been very old and bitter enemies. Historically the struggle between these two different creatures of the earth is lost in the depth of the thousands of years of human civilization.

This struggle continues up to our days and undoubtedly will go on incessantly in the future with the same or even stronger severity, because both competitors claim, with unflinching spite, at the same time and place the same goods for their survival.

The man, since early times, has used various means and methods against insects, without finally managing to subdue them and to become the master of the earth. This struggle is most difficult because the insects, are better equipped to occupy the earth than man as they have been on the planet many millions of years earlier than man.

Even today, in spite of the significant progress and achievements of science in the technological and biological fields which resulted in improving or reviewing the means of protection of agricultural crops, the losses caused by the injurious insects and plant diseases, on a world scale, amount to many billions of dollars annually.

These losses, apart from their financial significance, cause a lot of serious social problems, considering that about the two thirds of the earth population are underfed and a substantial percentage of the

population every year die from starvation.

Moreover if it is taken into consideration that the population of our planet gets increased in a geometrical progression (it is estimated that at about 2.000 AD it will amount to 7 billion), that the death-rate of infants has been considerably reduced and that man's average longevity has increased, from all above data it is easily understood how many hard-to-solve food problems threaten humanity in the near future and what a vital and fundamental role the protection of agricultural production will play on a world-wide scale.

For these reasons it is imperative that scientists and the appropriate authorities of all countries coordinate their efforts and cooperate more closely if we want to secure a better tomorrow.

It is true that the discovery of the new synthetic organic pesticides and their use in agriculture have offered man a strong weapon in this struggle against injurious insects.

These pesticides, however, and mainly the organochlorides and organophosphorous ones, on account of their long and excessive use on a world scale and their irrational, in some cases, application, have contaminated bonds of the food-chain of many biotopes and have upset the biological equilibrium of many ecosystems with the result that secondary enemies and diseases of agricultural crops have been created.

The imperative need to meet the adverse effect caused to agriculture by the organic pesticides, stirred up the interest of scientists for a wider study and development of biological control methods (parasites predators and pathogenic microorganisms).

It is our desire, from this stand, to express our sincere appreciation to all european pioneers, american research workers and other for their excellent achievements in the field of biological control and underline the beneficial role the OILB has played.

Thanks to the research work carried out during the last fifty years mainly in USA and Europe by famous entomologists in the biological control, it has been made quite clear that only the rational use of pesticides in combination with the biological control methods and/or of the autocide ones within an integrated control programme, will make it possible to reduce the population density of phytophagous insects under the economic threshold.

Citrus acreage in Greece

In the following table statistical data are given concerning the acreage and number of trees and their production in tons for 1969.

Table 1

Total areas in stremmas^x of tree crops 6.443.145

Total number of trees 65.230.534

Citrus	Area	Number of trees	Product. in tons
Orange trees	278.737	13.363.480	473.670
Lemon trees	117.143	4.693.159	121.531
Mandarin trees	22.650	1.366.833	31.190
Bitter orange trees	2.466	212.520	2.305
Other citrus	2.676	188.154	3.255
T o t a l	423.672	19.824.146	631.951

^xOne stremma = $\frac{1}{4}$ acre

From the citrus-growing areas more important are Peloponnesus (mainly Argolis), Epirus (mainly Arta) and Crete (Chanea, Iraklion).

The orange production of Peloponnesus constitutes 45% of the total production of our country, Epirus follows with a percentage of 30.

The value of the exported oranges, lemons and mandarins during 1969 amounted to 618 million drachmae (164.500 tons), that is an amount representing 7% of the total of our export.

Citrus pests in Greece

The most serious pests of citrus are:

1. *Tylenchulus semipenetrans* Cobb (Nematoda)
2. *Tetranychus telarius* (L.) (Complex) (Acarina)
3. *Aceria sheldoni* (Ewing) "
4. *Aculus pelekassi* Kief. "

This last eriophyid mite, which is a new species first found in 1958, in citrus groves near Preveze (Epirus) causes rusting of the citrus fruits, mainly of mandarins and oranges, and last years it has spread in many citrus areas of the mainland and in certain islands (Rodos).

5. Scale insects:

- Aonidiella aurantii* (Mask.)
Chrysomphalus distyospermi Morg.
Lepidosaphes beckii (Newm.)
Aspidiotus hederae (Vallot)
Planococcus citri (Risso)
Saissetia oleae (Bern.)
Pericerya purchasi (Mask.)

6. *Ceratitis capitata* (Wied.)

This fruit fly is effectively controlled with protein bait-sprays applied by air or from the ground.

Among scale insects the three first are widely distributed in Peloponnesus, Crete, Epirus and in some islands of the Aegean and Ionean seas, and have been responsible for most of the citrus infestations and damage.

For the commercial protection of citrus crops greek growers applied medium summer oils with or without insecticides.

Recently there have occurred a built-up of *Planococcus citri* mainly in Corinth and in certain other places. Other infestations on citrus have been caused by the black scale (*Saissetia oleae*), although this species is more widely spread on olive-trees.

Biological control of citrus scales

Interest in the control of some destructive insects in Greece by means of the introduction of natural enemies dates back to 1927 when Isaakides introduced the *Vedalia* beetle (*Rodolia cardinalis* (Muls.) to control the cottony-cushion scale (*Pericerya purchasi*) on citrus.

He* also introduced from Spain (Burjysot-Valencia) in 1933, a number of *Cryptolaemus montrouzieri* to control citrus mealybug which at that

*Prof. Isaakides also introduced from Italy individuals of the parasite *Opius concolor* to control the olive fruit fly (*Dacus oleae* (Gmel.).

Later on in 1952, Anagnostopoulos, imported a few *Opius longicaudatus* from Hawai islands against the same fruit fly, but none of the released individuals survived.

time had heavily infested the citrus of the Corfu island. Isaakides reported that released predators at Benistes (Corfu) gave excellent results.

Unfortunately, due to lack of proper insectaries and qualified staff in the past, it was not possible to rear, release and establish parasites and predators for biological control of citrus or other crop pests. Since that time and up to 1962 no other introduction of parasites or predators took place in Greece.

Taking into consideration the advantages of biological control and the necessity to develop a biological control unit in Greece, based on the new standards and concepts of biological methods, we invited in 1962 DeBach from Riverside, California, to the Benaki Phytopathological Institute.

A systematic work was started in 1962 for the study of citrus scale insects and their native parasites and predators in Peloponnesus and Crete citrus areas.

In addition to this survey, DeBach introduced against the most serious citrus armored scales, the following species of the genus *Aphytis* from Riverside and Cyprus as well:

Aphytis lingnanensis Compere

Aphytis melinus DeBach

Aphytis coheni DeBach

Aphytis lepidosaphes Compere

These parasites were released in various citrus orchards (Poros, Trizinia, Chanea-Crete).

Data obtained from observations made after the liberation of those parasites showed promising results, especially for *A. melinus* which was successfully established.

Apart from the four introduced species of *Aphytis* DeBach ascertained the presence of *Aphytis chrysomphali* (Mercet) from samples collected from citrus growing areas of Peloponnesus and Crete. This species had been reported for the first time in Greece in 1913 by Isaakides (Malenotti, 1918).

Planococcus citri (Risso)

For the biological control of this mealybug which is rather resistant to the chemical control, the Benaki Institute introduced from Spain in 1965 a small number (300 adults) of *Cryptolaemus montrouzieri* which were released in infested citrus orchards at Missolonghi.

Observations made in the experimental orchards showed that although adults produced larvae, no overwintering predators were found. This fact may be due to the chemical control applied by the growers, which resulted in destroying the surviving predators.

From 1966 to 1969 efforts had been made at the Benaki Institute for artificial rearing of *C.montrouzieri*. Few hundreds were produced, which along with individuals imported from Antibes were released in citrus orchards at Corinth (Camari, Vello) and Chanea-Crete. From those liberated at Camari in 1966 few adults were found in 1968.

The failure of establishment of *C.montrouzieri* may be due to the following reasons: 1) the very small numbers of individuals used for liberation, 2) the fact that this predatory species is monophagous, 3) the chemical control and 4) the adverse climatic conditions in the experimental areas.

Saissetia oleae (Bern.)

The black scale is widely distributed throughout Greece and has become a serious pest mainly to olive areas and secondary to the citrus groves. Heavy infestations are often attributed to the adverse effects of contact insecticides applied against the olive insects on beneficial scale insects.

On account of the importance of this scale as a major pest, a lot of research work has been made by greek entomologists concerning its biology, ecology, the chemical and biological control the last 15 years.

Dr.Argyriou has much contributed to the study of biology, the parasitization and the biological control of the black scale. According to her findings *Metaphycus helvolus* (Hym.Encyrtidae) which was imported from Riverside and released near Chanea-Crete in 1962, showed very promising results.

Metaphycus flavus How. and *Coccophagus pulchellus* West. (Hym.Aphelinidae), are two other parasites in study among many predators (Coccinellidae) which are also investigated.

From the aforementioned it is concluded that biological control in Greece is carried out on a very limited scale especially mass rearing of parasites and predators can not be secured effectively. The liberation of a small number of beneficial insects practically means nothing. If we want to have success in biological control we must rear and release in the fields millions of parasites or predators. Consequently in order to increase our rearing capacities and as such our biological control possibilities much more assistance and support are needed.

BIOSYSTEMATIC STUDIES ON THE SPECIES OF *APHYTIS*
(Hymenoptera: Aphelinidae)

by

DAVID ROSEN¹ and PAUL DeBACH

Division of Biological Control, University of California, Riverside²

Abstract

The species of *Aphytis* are the most important natural enemies of armored scale insects (Homoptera: Diaspididae). All known species are ectoparasitic, and many also host-feed as adults. Several species have been successfully used in the biological control of serious pests.

This paper presents a resume of a biosystematic revision of the species of *Aphytis* in the world. Specimens were studied with conventional light microscopy as well as under the scanning electron microscope, for which special techniques of preparation were developed. The taxonomic study was complemented by biological investigations.

The genus *Aphytis* was redefined in relation to closely allied genera, the well developed propodeum with distinct marginal crenulae serving as the best diagnostic character. Intraspecific variation was studied in order to determine valid characters for the separation of species. Some 80 distinct species have been recognized, including 28 described as new, about a dozen transferred from other genera, and several new synonyms.

¹Permanent address: The Hebrew University, Faculty of Agriculture, Rehovot, Israel.

²Financial support of this study by NSF grants GB-7444 and GB-17829 is gratefully acknowledged.

Six groups of species are recognized: the VITTATUS, CHILENSIS, PROCLIA, MYTILASPIDIS, LINGNANENSIS and CHRYSOMPHALI groups. The genus *Aphytis* probably evolved from a *Marietta*-like ancestor in the South Pacific region.

Introduction

The species of the genus *Aphytis* Howard (Hymenoptera: Aphelinidae) are minute, yellow or greyish wasps, rarely exceeding one millimeter in length. They develop exclusively as primary ectoparasites of armored scale insects (Homoptera: Diaspididae) and are the most important natural enemies of these serious pests.

Armored scale insects are usually free beneath the hard covering scale or shield. The adult *Aphytis* female pierces the shield with her ovipositor, and lays one to several eggs on the body of the scale insect. Protected by the covering scale, the *Aphytis* larvae assume an external feeding position and suck the body fluids of the scale insect. The full-grown larvae then excrete characteristic meconia and pupate underneath the empty scale. The adult parasites usually emerge through a hole that they chew in the covering scale. In addition to the hosts killed by parasitism, numerous scale insects may be killed by predatory host-feeding by the adult *Aphytis* female. This involves piercing the body of the scale insect with the ovipositor and feeding on the body fluids through a feeding tube constructed from secretions of the collateral glands of the ovipositor.

As natural enemies of injurious armored scale insects, the species of *Aphytis* are generally superior in effectiveness to endoparasites or predators. Several species have been successfully employed in biological control programs against economically important armored scale insects. *Aphytis holoxanthus* DeBach, imported from Hong Kong, has effected complete biological control of the Florida red scale, *Chrysomphalus aonidum* (L.), on citrus in Israel. It was subsequently transferred, with similar results, to Mexico, Texas, Brazil, Florida, and South Africa. The situation of two other serious pests of citrus has been considerably improved or completely solved in California and other countries following the introduction of two Oriental species of *Aphytis*: *A. lepidosaphes* Compere from China for the purple scale, *Lepidosaphes beckii* (Newman), and *A. melinus* DeBach from India and Pakistan for the California red scale, *Aonidiella aurantii* (Maskell). Complete biological control of yet another citrus pest, the dictyospermum scale,

Chrysomphalus dictyospermi (Morgan) was subsequently achieved in Greece following the introduction of *A. melinus* from California into that country. The "Persian strain" of *Aphytis maculicornis* (Masi), a sibling species introduced from Iran, with help from the endoparasite *Coccophagoides utilis* Doutt (Hymenoptera: Aphelinidae), has brought about the complete biological control of the olive scale, *Parlatoria oleae* (Colvée), on olive, deciduous fruit trees and ornamentals in California.

Of even greater general importance are the naturally occurring species of *Aphytis* that keep many species of armored scale insects at low population densities. The species of *Aphytis* are usually the most abundant, and often appear to be the most effective, natural enemies of their respective hosts. Such species should be regarded as prime candidates for introduction into regions where their hosts cause economic damage.

The identification and separation of the species of *Aphytis* are exceedingly difficult, owing mainly to their minute size and the relative scarcity of reliable distinguishing characters. Several complexes of sibling species or biological races are known to exist, and, while their separation may be of prime importance to the researcher in practical biological control, it is often impossible to tell them apart by known morphological criteria. Great confusion also existed regarding the correct identification of several old species of *Aphytis*, which were originally based on unreliable characters and described from inadequately mounted specimens. New species could not be described until such old species were thoroughly revised and redescribed. A world-wide, biosystematic revision of the species of *Aphytis* was therefore undertaken by the authors at the Division of Biological Control, University of California, Riverside, as part of an international project on the biological control of armored scale insects under the auspices of the International Biological Program. This revision, which is now near completion, was mainly based on the enormous *Aphytis* collection and numerous live cultures kept at the Division. The collection accumulated over a period of several decades, now comprises over 100,000 cleared, slide-mounted specimens representing most known species. Types, additional dead specimens and live material of other species were obtained from collaborators at the Plant Protection Research Institute, Pretoria; the Queensland Museum, Brisbane; the U.S. National Museum, Washington; the British Museum (Natural History), London; the Hope Department of Entomology, Oxford; the U.S.S.R.

Academy of Science, Leningrad; the ORSTOM Laboratory, New Caledonia; the Benaki Phytopathological Institute, Athens; and many other institutions. The types and ample material of most described species were thus obtained and studied.

Methods

The morphology of all available species was studied in detail. Large series of cleared, properly mounted specimens are essential for meaningful study and correct identification of *Aphytis*. Dry specimens were cleared in glacial acetic acid and chloral phenol, and mounted in Hoyer's medium on glass slides. The slides were studied under a Bausch and Lomb stereoscopic microscope and a Zeiss phase-contrast photomicroscope. Permission was often sought - and sometimes granted - to remount borrowed type specimens that had been inadequately preserved on slides or mounted on points. Measurements and counts were made of all significant characters, and numerous photomicrographs were taken.

Special techniques had to be developed for preparing *Aphytis* specimens for study under the scanning electron microscope. Live adult specimens were sometimes used, but these shrivel after 10-15 minutes of exposure in the vacuum chamber of the microscope. Dried, gold-coated specimens are best suited for this purpose, but specimens of *Aphytis* normally shrink and are badly distorted when dried. This was avoided by adopting the following freeze-drying procedure³: Live specimens were anesthetized with ether, then soaked in an alcohol series, from 70 per cent to absolute ethanol. Drops of alcohol containing the specimens were subsequently released into a lyophilization flask immersed in liquid nitrogen, that had already attained a temperature of -147.1°C ($= -232.8^{\circ}\text{F}$). After several minutes at that temperature, the flask and specimens were transferred to a bath of acetone and dry ice, and lyophilized in a Virte's freeze dryer at 75 microns of mercury and -47.8°C ($= -54^{\circ}\text{F}$) for 24 hours. The dried specimens were mounted in various positions on aluminium discs with double-sticky tape. They were then coated with gold and studied under a Jaelco II scanning electron microscope.

³We are grateful to Mr. Michael J. Rose who was largely responsible for the development of this technique

Developmental stages of *Aphytis* were studied live on the body of the scale insect host, after removal of the covering scale. When excessive movement of larvae was likely to cause distortion of the scanning micrograph, the specimens were anesthetized with ether.

The scanning electron microscope proved an excellent tool for morphological study, providing resolution and depth of focus unequalled by conventional light microscopy. Figures 1-9 show eggs, larvae and pupae of *Aphytis melinus* DeBach, reared on the oleander scale, *Aspidiotus hederæ* (Vallot); figures 10-18 show some morphological characters of adult *A. chilensis* Howard, the type species of *Aphytis*.

The results of the morphological investigation were corroborated by various biological, cytological and genetic techniques, life history and host preference studies, and crossing tests with available live cultures (see also DeBach, 1969).

Generic characters

The first step in the revision of *Aphytis* was redefinition of the genus in relation to closely allied genera, especially *Marietta* Motschulsky and *Marlattella* Howard. In previous classifications (e.g. Compere, 1955; Ferrière, 1965; Nikol'skaya and Yasnosh, 1966), the genera in the *Aphytis* group of Aphelininae were separated by unreliable characters. Thus, *Marietta* was separated from *Aphytis* mainly by the mottled wings, body and appendages, and by the distinctive sculpture of the metanotum. *Marlattella* was considered distinct mainly because of the peculiar, 4-segmented antennae. *Aphytis* was considered to have unmottled wings and 6-segmented antennae.

A detailed comparative study proved these characters to be unreliable for generic classification. Bona fide species of *Aphytis* may have pictured wings, a heavily maculated body, and 4 to 6 segments in the antennae. The main diagnostic character separating *Aphytis* from related genera is the well-developed, relatively long propodeum with a distinct, sculptured median salient, usually bearing marginal crenulae (see figures 16,17). On the basis of this and other valid characters, about 12 species were transferred from *Marietta* to *Aphytis*, and an additional one from *Marlattella* (see also Rosen and DeBach, 1970). The distinction between *Aphytis* and *Marietta* is especially important, since all the known species of the latter are secondary parasites of scale insects. Thus, the dozen or so species

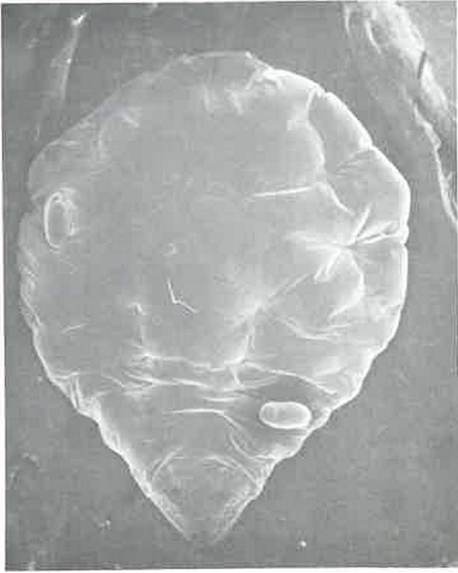


Fig. 1. *Aphytis melinus* DeBach: Two eggs on oleander scale.

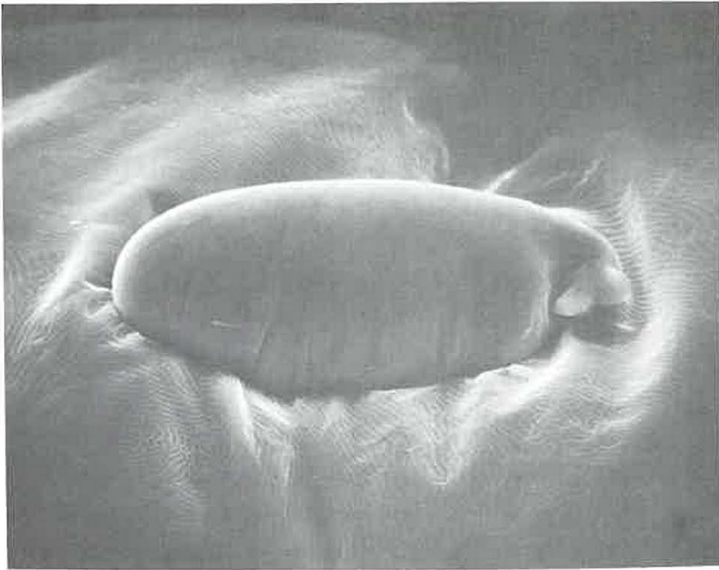


Fig. 2. *Aphytis melinus* DeBach: One of the eggs in Fig. 1. enlarged.

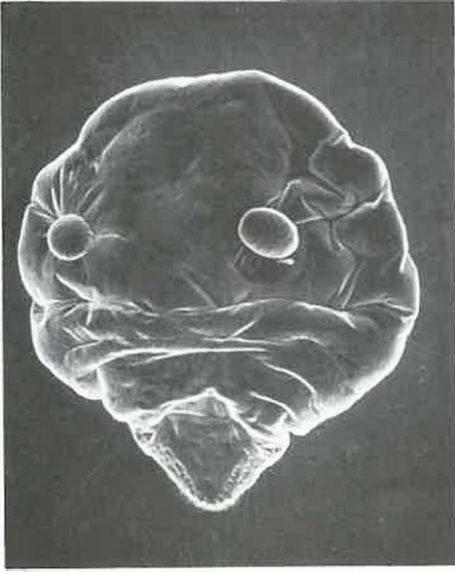


Fig. 3. *Aphytis melinus* DeBach: Two young larvae (3-4 days after oviposition) on oleander scale.

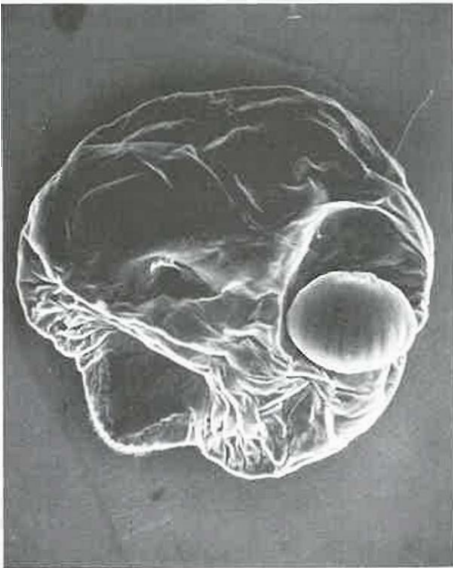


Fig. 4. *Aphytis melinus* DeBach: Larva (6 days after oviposition) on dorsal aspect of oleander scale.

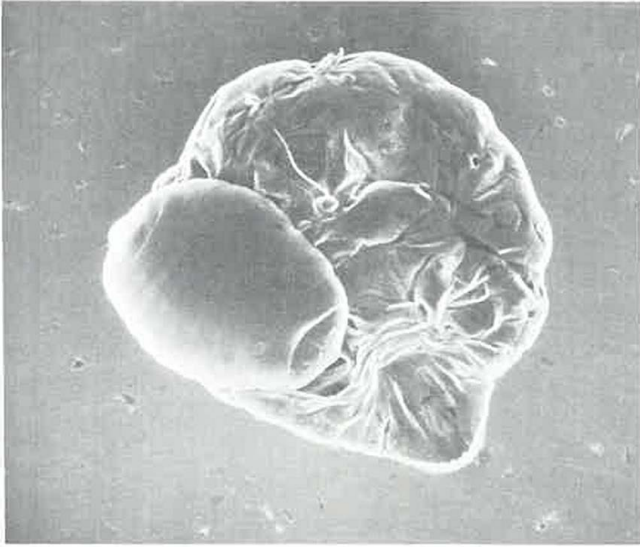


Fig. 5. *Aphytis melinus* DeBach: Larva (6 days after oviposition) on ventral aspect of oleander scale.



Fig. 6. *Aphytis melinus* DeBach: Head capsule of larva from Fig. 5. showing mouthparts.

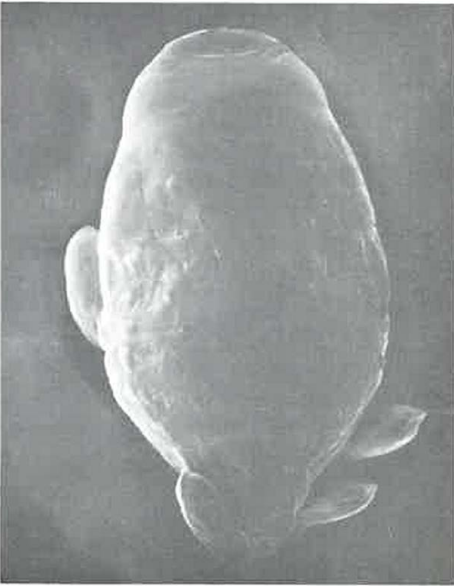


Fig. 7. *Aphytis melinus* DeBach: Prepupa with meconia.

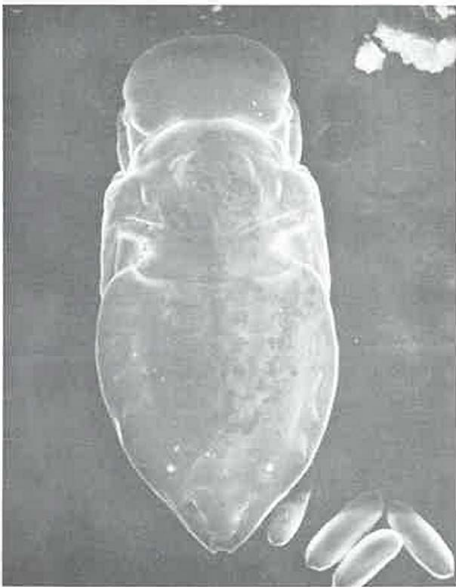


Fig. 8. *Aphytis melinus* DeBach: Female pupa, dorsal aspect, with meconia.

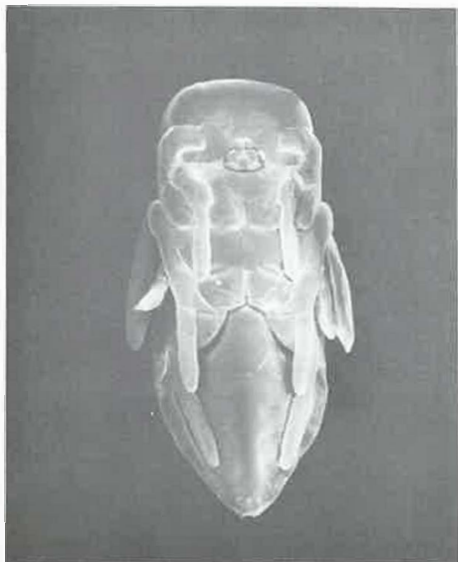


Fig. 9. *Aphytis melinus* DeBach: Female pupa, ventral aspect.

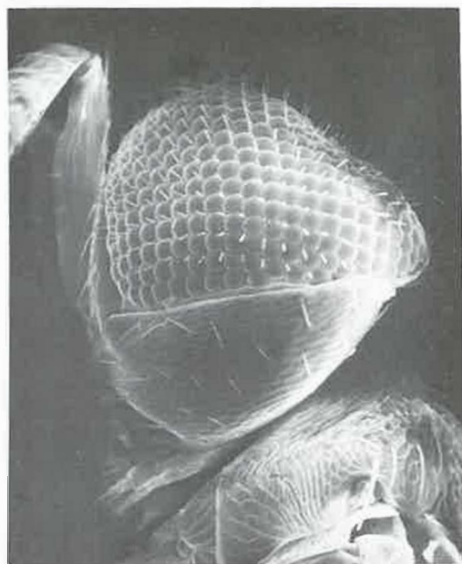


Fig. 10. *Aphytis chilensis* Howard: Head, lateral aspect.

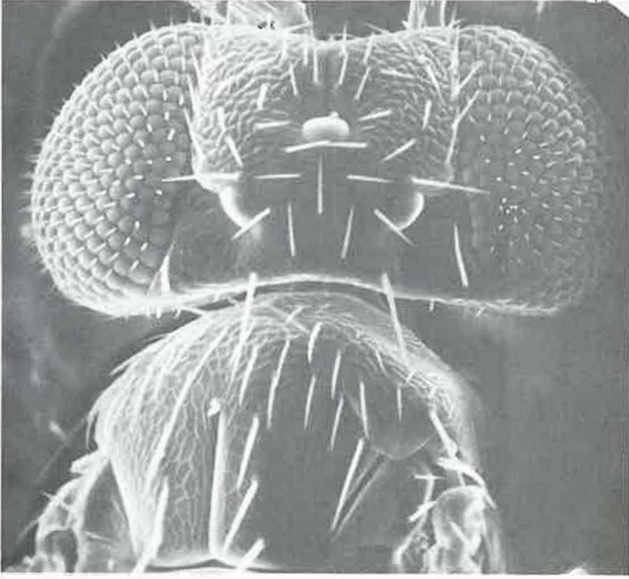


Fig. 11. *Aphytis chilensis* Howard: Head, dorsal aspect, showing ocelli.



Fig. 12. *Aphytis chilensis* Howard: Mouthparts, ventral aspect.



Fig. 13. *Aphytis chilensis* Howard: Base of antenna, showing sense organs on radicle.

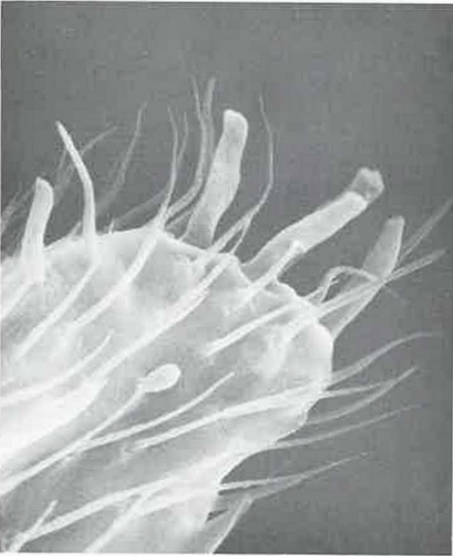


Fig. 14. *Aphytis chilensis* Howard: Tip of antennal club, showing various types of sense organs.

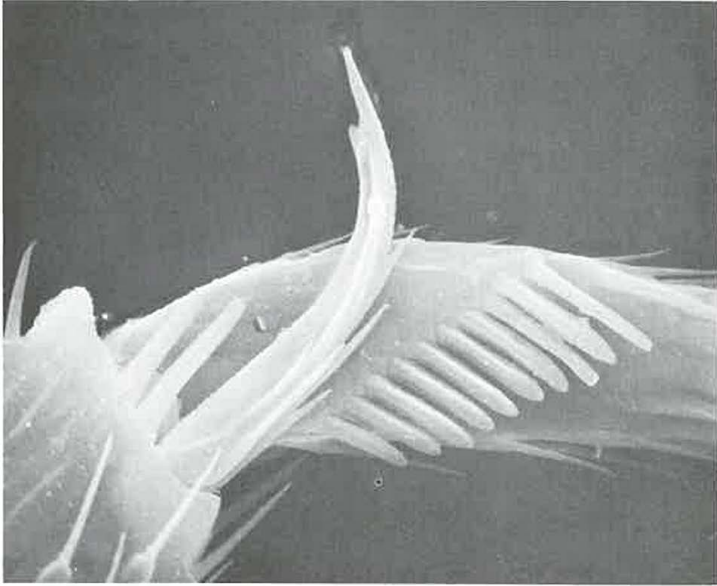


Fig. 15. *Aphytis chilensis* Howard: Strigil on fore leg.

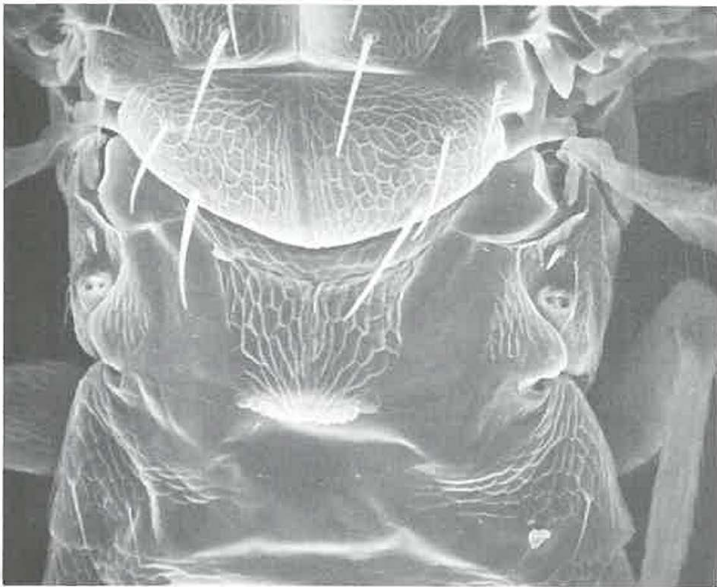


Fig. 16. *Aphytis chilensis* Howard: Scutellum, metanotum, propodeum and basal abdominal tergites.

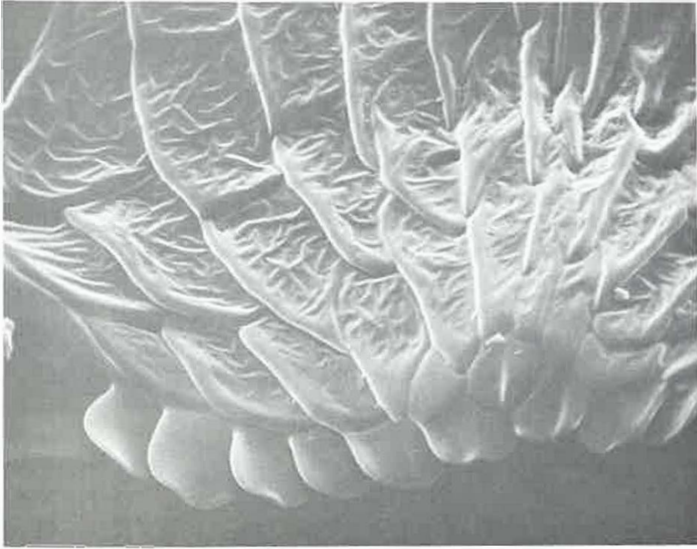


Fig. 17. *Aphytis chilensis* Howard: Posterior part of propodeum, showing sculpture and marginal crenulae.



Fig. 18. *Aphytis chilensis* Howard: Propodeal spiracle; note the enlarged spine.

that have now been transferred from *Marietta* to *Aphytis* may be regarded as new weapons added to the arsenal of biological control.

Specific characters

Before the actual revision of individual species could be commenced, the validity of certain morphological characters for species determination had to be evaluated. Intraspecific variation was therefore investigated in several species of *Aphytis*. It soon became evident that some of the characters that had been commonly used in classification, such as the number or relative length of certain setae, tend to vary considerably with the size of specimens, hence are of little diagnostic value (see DeBach, 1964). On the other hand, characters such as the pattern of pigmentation, relative length of propodeum and shape of crenulae, sometimes the shape and relative proportions of antennal segments, relative length of ovipositor, etc., were found to be rather stable and reliable. Several species were redefined on this basis.

To cite one example, the classification of species in the MYTILASPIDIS GROUP had been mainly based on the relative length of the marginal fringe of the forewing and the number of setae on the marginal vein and mesoscutum, all of which are largely unreliable characters, whereas an important, valid character such as the pigmentation of thoracic sterna had been almost entirely overlooked by previous authors. The entire group had to be revised on this basis.

Preliminary account of results

Some 80 distinct species have now been recognized in *Aphytis*, including those transferred from other genera and at least 28 species new to science. The confusion that had existed regarding the identity of several species has been largely clarified, some difficult species-complexes have been untangled, correct synonymies and homonymies have been established, and numerous misidentifications corrected. Several old, long-forgotten species have been resurrected and redefined. Detailed descriptions have now been prepared for most species, accompanied by numerous photomicrographs. Several new potential natural enemies of injurious armored scale insects have been recognized. These include new parasites of the California red scale, *Aonidiella aurantii* (Maskell); the chaff scale, *Parlatoria pergandii* Comstock; the parlatoria date scale, *Parlatoria blanchardii* (Targioni-Tozzetti); the purple scale, *Lepidosaphes beckeri* (Newman); the San Jose

scale, *Quadraspidiotus perniciosus* (Comstock), and other economically important pests.

The genus *Aphytis* now includes several more-or-less distinct groups of species. These may be briefly characterized as follows:

The VITTATUS GROUP includes the "*Marietta*-like" species of *Aphytis*, with distinctly mottled forewings and heavily, extensively pigmented body and appendages. Structural characters are rather variable in this large, heterogeneous group, which may be further subdivided.

All other groups do not possess distinctly mottled wings.

The CHILENSIS GROUP includes species with marked sexual dimorphism in the structure of antennae, male antennae exhibiting a reduced number of segments and an enlarged club. Usually rather strongly pigmented, although paler than in the preceding group.

The PROCLIA GROUP includes generally greyish or dusky species, with a distinct pattern of black cephalic pigmentation. This group appears to be much more uniform than the preceding groups.

All other groups are essentially yellow in general coloration.

The MYTILASPIDIS GROUP includes species with a relatively short propodeum, small crenulae, and coarse, dark thoracic setae.

The LINGNANENSIS GROUP includes species with a relatively long propodeum and large, overlapping crenulae. Thoracic setae are variable in this group.

The CHRYSOMPHALI GROUP includes species with a very long propodeum, small crenulae, and slender, pale thoracic setae.

Several species cannot be assigned at present to any of the above groups. Some appear to be intermediate, others are aberrant. With further knowledge, additional groups may be formed around some of these species.

Notes on zoogeography and phylogeny

The parasite fauna of vast areas in the world is still rather poorly known, and our information on the geographical distribution of the species of *Aphytis* is therefore woefully incomplete. Moreover, since many species were undoubtedly transferred inadvertently by man from one region to another with their rather cryptic hosts on imported plant material, their present distribution does not necessarily yield any clue to their origin (see also Rosen, 1969). Nevertheless, the large amount of material at hand appears to permit some preliminary conclusions regarding the pattern of geographical distribution of the main *Aphytis* groups.

Thus, the VITTATUS GROUP appears to be centered around the South Pacific, ranging from Australia to South America, with a few representatives in South East Asia. The CHILENSIS GROUP seems to be centered in South Africa, with one Australian and one cosmopolitan representative. The PROCLIA GROUP appears to be mainly Oriental and Palearctic, with a few representatives in Africa. The LINGNANENSIS GROUP is centered in the Far East. The CHRYSOMPHALI GROUP is represented mainly in the Far East, but also in the Palearctic and Ethiopian regions. Finally, the MYTILASPIDIS GROUP appears to be dominant in the Holarctic region.

On the basis of present knowledge, it may be assumed that the genus *Aphytis* originated from a *Marietta*-like ancestor in the South Pacific region. It gradually extended its distribution into the Neotropical, Ethiopian, Oriental, Palearctic and Nearctic regions, probably in that order, and evolved into less strongly pigmented, paler, and finally yellow forms. The VITTATUS GROUP appears to be the most primitive, whereas the MYTILASPIDIS and CHRYSOMPHALI GROUPS are perhaps the most advanced. When finally reconstructed, the phylogenetic tree of *Aphytis* may somewhat resemble the one proposed in Figure 19.

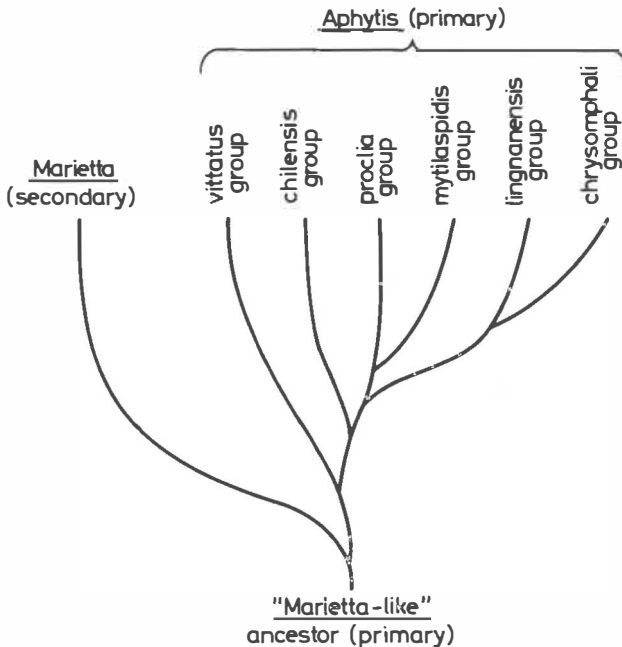


Fig. 19. A proposed phylogenetic tree for *Marietta* and the main groups of *Aphytis*.

Although no area should be neglected in the search for additional species of *Aphytis*, the South Pacific, Oriental, Neotropical and Ethiopian regions are probably the most promising.

References

- Compere, H. 1955. A systematic study of the genus *Aphytis* Howard (Hymenoptera: Aphelinidae) with descriptions of new species. Univ. Calif. Publ. Entomol., 10 271-320.
- DeBach, P. 1964. Some species of *Aphytis* Howard (Hymenoptera: Aphelinidae) in Greece. Ann. Inst. Phytopath. Benaki, N.S. 7(1): 5-18.
- DeBach, P. 1969. Uniparental, sibling and semi-species in relation to taxonomy and biological control. Israel J. Entomol., 4: 11-28
- Ferrière, C. 1965. Hymenoptera, Aphelinidae d'Europe et du Bassin Méditerranéen. Masson, Paris, 206 pp.
- Nikol'skaya, M.N., and V.A. Yasnosh. 1966. Aphelinids of the European part of the U.S.S.R. and the Caucasus (Chalcidoidea, Aphelinidae). Nauka, Moscow and Leningrad, 294 pp. (In Russian).
- Rosen, D. 1969. The parasites of coccids, aphids and aleurodids on citrus in Israel: some zoogeographical considerations. Israel J. Entomol., 4: 45-53.
- Rosen, D., and P. DeBach. 1970. Notes on the genus *Marlattella* Howard (Hymenoptera/ Aphelinidae). Mushi, 43: 39-44.

OBSERVATIONS SUR *AONIDIELLA AURANTII* MASK. ET SON PARASITE
INDIGENE *COMPERIELLA BIFASCIATA* HOW. (HYMENOPTERA, ENCYRTIDAE)

par

C. BENASSY et H. BIANCHI

I.N.R.A., Station de Zoologie et de Lutte Biologique,
Antibes, France

Voilà quelques années dans une note sur la faune des Diaspines nuisibles aux Agrumes inventoriées sur la Côte d'Azur (BENASSY et BIANCHI, 1967), les auteurs avaient eu l'occasion de mentionner l'existence du Pou de Californie, *Aonidiella aurantii* MASK.

Depuis, sa présence a été observée dans maintes localités sans que son importance numérique atteigne pour autant la densité des populations rencontrées de l'autre côté de la Méditerranée au Maroc notamment (DELUCCHI, 1965). Jusqu'à présent les populations se sont maintenues chaque année à un très bas niveau. Cette particularité contraire à ce que nous connaissions, nous a incitée à essayer d'en déterminer les causes, soit que la Côte d'Azur constituant la limite septentrionale de l'aire de dispersion de la Cochenille, cette dernière n'y évolue pas, soit que cette région héberge un cortège d'ennemis naturels particulièrement efficaces vis-à-vis d'*Aonidiella*. C'est ainsi que la détermination du cycle évolutif de la Cochenille et l'étude de l'évolution de son parasite le plus fréquent *Comperiella bifasciata* HOW. furent les 2 voies principales dans lesquelles s'accomplirent la plupart de nos observations.

L'ensemble de celles-ci ont été réalisées régulièrement dans 3 localités climatiquement distinctes: la 1ère est située au bord de la mer, la 2ème à la même altitude, mais à quelques kilomètres à l'intérieur des terres,

la 3ème enfin, dans l'arrière pays à quelques 200 mètres d'altitude à 15 Km environ du littoral.

Bien qu'*Aonidiella aurantii* contamine indistinctement toutes les parties des arbres, seules les populations fixées sur les feuilles ont été retenues pour cette étude où nous avons dénombré l'ensemble des insectes présents sur 10 ou 15 feuilles prélevées chaque fois au hasard sur les arbres.

Ces dénombrements furent accompagnés de la dissection régulière des stades capables d'héberger un parasite dès que l'on constata l'existence d'une faune d'entomophages associés à *Aonidiella*.

Evolution d'*Aonidiella aurantii* MASK.

Espèce cosmopolite polyphage rencontrée dans toutes les régions tropicales et subtropicales du monde, *A. aurantii* offre, en fonction des conditions du milieu, une évolution différente qui se traduit par l'apparition de générations supplémentaires selon le pays.

C'est ainsi qu'entre les rives orientale et occidentale du Bassin Méditerranéen, la variation observée atteint son maximum puisque 2 générations complètes séparent l'évolution d'*A. aurantii* observée en Israël (KLEIN, 1935), de celle notée au Maroc par DELUCCHI (1965).

Par contre entre les rives sud et nord de la même zone géographique, les variations observées se réduisent à une seule génération, le cycle évolutif du Pou de Californie présentant dans les 3 localités mentionnées, 2 générations seulement.

Dans tous les cas, les populations hivernantes groupent 3 stades distincts, des 1ers stades, des 2èmes stades et des femelles adultes (♀ III). A cet ensemble s'ajoutent parfois au début de l'hiver (décembre) quelques larves mobiles dont la présence est rendue possible par un radoucissement brusque et momentané des conditions extérieures. Mais de janvier à mars, les 2ème stades prédominent. C'est ainsi qu'ils représentaient, le 25 janvier 1967 par exemple dans la 3ème localité mentionnée, environ 80% de la population vivante à cette date.

L'année suivante à la même époque, en milieu de mois, la population rencontrée se décomposait comme suit: 75% étaient des 2ème stades, le reste se répartissait entre les femelles III (18%) et les 1ers stades (7%). Mais le mois suivant, dès la reprise de l'évolution saisonnière, la population s'uniformise encore pour ne compter plus que des 2ème stades, dont la proportion atteint jusqu'à 90% dans certains échantillons, et des femelles III.

En mars, plus ou moins tôt selon les années, les 2ème stades s'individualisent pour évoluer en fonction de leur sexe, si bien que les populations d'*A.aurantii* voient se manifester en avril les premiers adultes. En général, la mi-avril marque le tout début d'apparition des mâles ailés. Leur sortie va en s'amplifiant jusqu'en mai tandis que parallèlement la densité des femelles augmente très rapidement pour constituer le stade dominant avant la fin du mois.

C'est ainsi, par exemple, que les femelles en fin d'évolution prêtes à émettre des jeunes représentaient en 1966, début mai, 85% des individus vivants dénombrés dans la 2ème localité. Dans la 3ème localité, quinze jours plus tard la proportion de ce stade était identique (fig. 1). Elle atteignait les 2 années suivantes dans la même place 90 et 97% respectivement au cours de la 1ère quinzaine de mai.

Cette particularité permet de situer la sortie des 1ères larves mobiles d'*A.aurantii* au cours de la 2ème quinzaine de mai. Elle est constatée, en effet dès le 14 mai dans la 1ère localité située en bordure du littoral; à partir des tout premiers jours de juin en général dans la 3ème localité. De 15 à 20 jours séparent en général les dates extrêmes de début de sortie des larves mobiles entre les 2 localités les plus différentes d'un point de vue climatique.

Le décalage constaté dans l'apparition de la 1ère génération d'*A.aurantii* se maintenant durant la saison, les 2ème stades larvaires commencent à s'individualiser à la mi-juin dans la 1ère localité, à partir du 20 juin dans la seconde et encore 10 jours plus tard, soit le 1er juillet, dans la troisième.

Dans tous les cas les pronymphes et les nymphes mâles se retrouvent ensuite durant la 1ère quinzaine de juillet, l'apparition la plus précoce des mâles ailés se situant dans les 2 premières localités aux environs du 15 juillet. Un mois plus tard intervient une 2ème émission de larves mobiles, début d'une nouvelle génération, alors que celle de la 1ère génération annuelle n'est pas encore terminée dans la 3ème localité et qu'elle n'est achevée que depuis 3 semaines environ dans les localités du bord de mer.

Ainsi, la manifestation des jeunes larves de la 1ère génération se poursuit durant 2 mois environ dans les biotopes les mieux exposés, tandis que dans la localité de l'intérieur cette émission, commencée avec la 1ère génération et relayée par l'apparition de la seconde, se poursuivra sans interruption

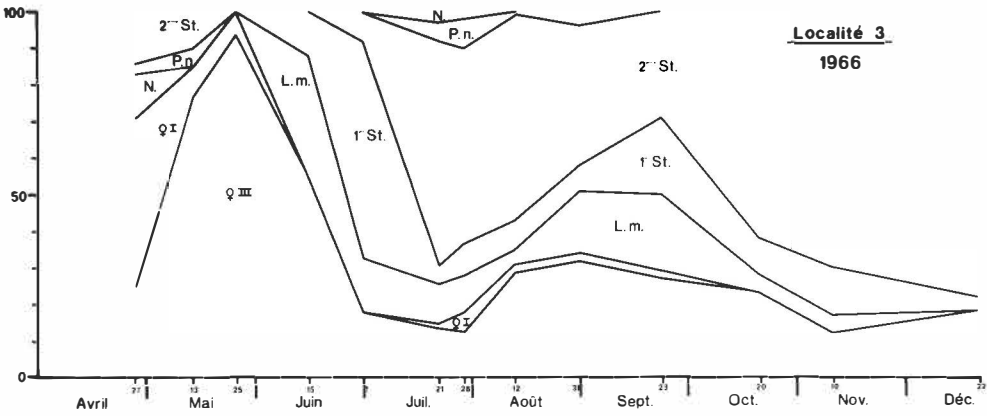


Fig. 1 - Evolution d'*Aonidiella aurantii* MASK. en 1966, avec en abscisses les dates d'observation et en ordonnées l'importance exprimée en p. 100 des différents stades présents dans la population aux différentes dates d'observation.

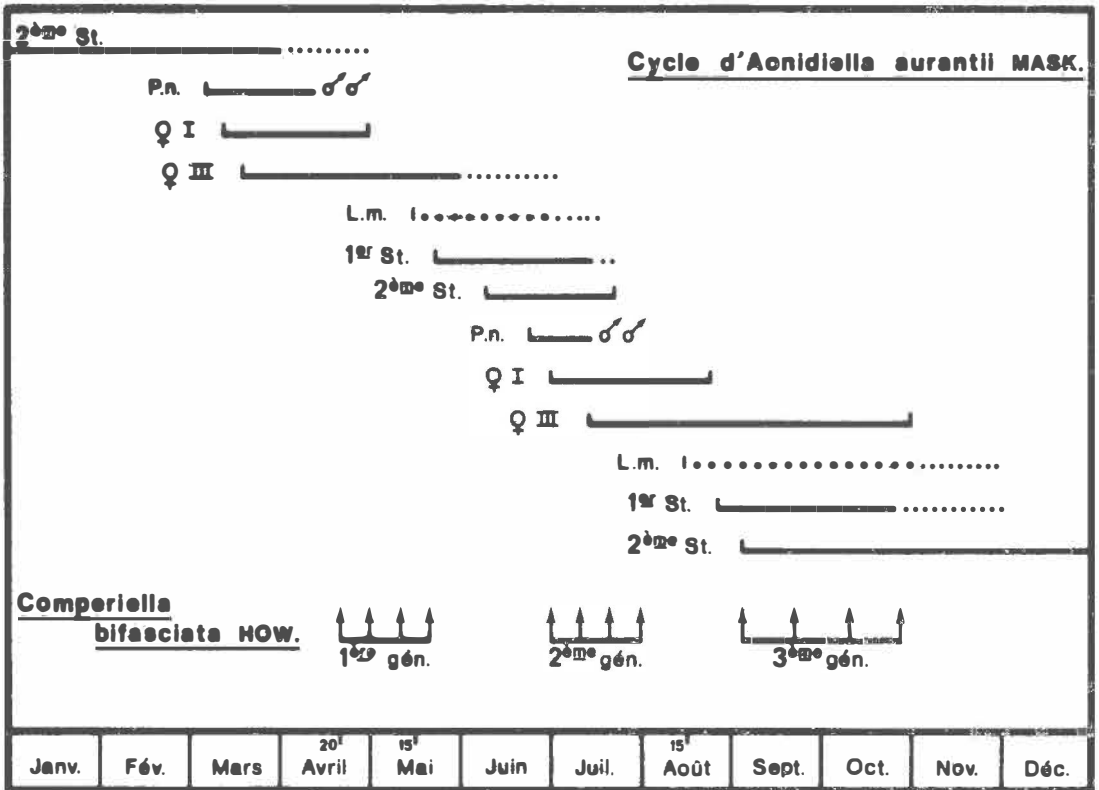


Fig. 2 - Evolution schématique comparée d'*Aonidiella aurantii* MASK. et de *Comperiella bifasciata* HOW. dans les Alpes-Maritimes.

notable jusqu'au seuil de l'hiver.

L'évolution ultérieure des jeunes larves une fois fixées ne dépassera pas le 2ème stade larvaire, les pronymphes et les nymphes rencontrées dans les populations courant septembre correspondant à des individus très attardés de la génération précédente.

Dès la fin du mois de septembre et jusqu'au printemps suivant, l'importance des 2ème stades ira croissante dans chaque population inventoriée des différentes localités (tableau 1).

TABLEAU 1

Importance numérique en % des 2ème stades dans les
différentes localités à l'automne

Localité 1	8 - 9	22 - 9	12 - 10	9 - 11	4 - 12	1967
	13,0	15,0	20,0	52,0	72,0	
Localité 2	22 - 9	18 - 10	4 - 11	30 - 11		1966
	41,0	59,0	63,0	73,0		
Localité 3	23 - 9	20 - 10	10 - 11	22 - 12		1966
	30,0	61,0	70,0	77,0		
	14 - 9	13 - 10	10 - 11	7 - 12		1967
	8,0	58,0	67,0	60,0		

Ce stade constitue donc localement le stade hivernant caractéristique d'*A. auranti*, alors que dans les conditions particulières de la région de Naples, ce seraient les jeunes femelles qui passent l'hiver (PRIORE, 1964). Par contre, au Maroc, la lente évolution constatée durant toute la saison froide permet, à partir d'une population automnale où les 2ème stades des 2 sexes prédominent, la constitution d'une population homogène renfermant dès février une proportion identique de nymphes mâles prêtes à sortir et de femelles adultes. Ces dernières sont responsables de la 1ère apparition massive de larves mobiles se situant en avril dans ce pays (DELUCCHI, 1965). Elle se manifeste comparativement 1 mois à 1 mois et demi plus tard sur la Côte d'Azur sans revêtir l'aspect "explosif" qui caractérise cette même génération en Afrique du Nord. Ce décalage printanier, joint aux conditions

climatiques saisonnières de la région font que l'insecte ne manifeste que 2 générations annuelles. Elles sont généralement plus ou moins chevauchantes, ce qui amène la présence constante d'une population de femelles adultes tout au long de l'année, facteur favorable au maintien de *C.bifasciata* que nous avons toujours retrouvé comme parasite de ce stade.

Ses ennemis naturels

L'inventaire des parasites d'*A.aurantii* pratiqué comparativement dans les 3 localités devait révéler la présence constante des 2 parasites endophages suivants:

- le 1er cosmopolite, *Aspidiotiphagus citrinus* CRAW. attaque les jeunes stades de la Diaspine; il est considéré comme sans grand intérêt pratique.
- le 2ème, *Comperiella bifasciata* HOW. se développe aux dépens de tous les stades du Pou de Californie bien que les 2ème apparaissent comme étant les hôtes les plus favorables dans la plupart des souches étudiées jusqu'à ce jour (FLANDERS, 1943). Il possède une aire d'extension plus limitée que le précédent, bien que son utilisation pratique comme moyen de lutte biologique contre *A.aurantii*, en Californie notamment (DEBACH, 1948) l'ait amené depuis longtemps à déborder les limites de son foyer d'origine (Orient).

Dans le cas présent, l'absence des divers espèces d'*Aphytis*, genre capable dans maintes circonstances d'éliminer *Comperiella* par compétition (DEBACH et SUNDBY, 1963; CILLIERS, 1971), est normalement un facteur favorable au maintien du parasite toute l'année.

En outre, *Comperiella*, qui possède différentes races adaptées à un hôte déterminé (*Aonidiella taxus* LEON. au Japon et *Aonidiella aurantii* MASK. en Chine (SMITH, 1942); *A.orientalis* NEWST. en Inde, *A.citrina* COQ. au Japon, en Chine comme en Inde (FLANDERS, 1944); *Chrysomphalus ficus* ASHM. en Afrique du Sud (ANNECKE, 1962)), attaque spontanément sur la Côte d'Azur, avec *A.aurantii*, la Cochenille la plus néfaste actuellement de tout le Bassin Méditerranéen. Comme des races spécifiques du Pou de Californie ont été introduites dans divers pays de cette vaste région^x, il était intéressant avant toute expérimentation ultérieure de connaître l'efficacité pratique de la race locale.

^xUne souche de *Comperiella bifasciata* HOW. reçue de Californie est maintenue à Antibes. Elle a été adressée cette année à la même date en mars au Maroc et en Grèce.

Dans ce but, la dissection des femelles adultes d'*A.aurantii* pratiquée régulièrement toute l'année a permis d'abord, en retrouvant les 5 stades larvaires décrits antérieurement chez le parasite (COMPÈRE et SMITH, 1927), de suivre l'évolution de *Comperiella* et d'obtenir ensuite une estimation aussi précise que possible de l'importance du parasitisme.

Durant l'hiver, *Comperiella* se retrouve au stade de larve en fin d'évolution dans les femelles adultes de tout âge d'*A.aurantii*.

Au printemps, début avril pour la localité 1, à la fin du même mois pour la localité 3, les nymphes se développent pour donner naissance, dès la mi-avril dans le 1er cas, dans les 1er jours de mai dans l'autre, aux adultes les plus précoces de la 1ère génération annuelle. Leur sortie maximale s'établissant 2 semaines plus tard, cette dernière se situe entre le 1er et le 15 mai selon les localités.

A cette date, les dissections, en révélant la présence d'oeufs et de jeunes larves de *Comperiella*, attestent l'existence de la 1ère génération annuelle du parasite. Celle-ci évolue rapidement pour donner naissance depuis les 1er jours de juillet jusqu'en août, à de nouveaux adultes: ils constituent le début d'une 2ème génération annuelle se développant durant l'été. Des jeunes larves se retrouvent dans les femelles hôtes de la mi-juillet à la mi-août; des vieilles larves leur succèdent à partir des derniers jours de juillet, tandis qu'à la mi-août des nymphes apparaissent de nouveau. Elles donneront naissance dans les derniers jours du mois aux 1er adultes d'une 3ème génération annuelle, la génération hivernante.

L'apparition des adultes de cette dernière génération s'étale sur 2 mois environ (septembre, octobre). La population en résultant arrête son évolution au dernier stade larvaire, tout autre stade, en particulier les nymphes les plus attardées de la génération précédente, ne subsistant pas à l'hiver.

Ces 3 générations successives se placent par rapport à l'évolution de leur hôte à des moments précis (fig. 2):

- la 1ère se manifeste dans une population homogène d'*A.aurantii*, alors que les Cochenilles, qui ont terminé leur évolution, sont à la veille de donner naissance aux 1ères larves mobiles. La sortie maximale des adultes de *Comperiella* coïncide avec l'émission des larves mobiles les plus précoces d'*A.aurantii*, début de la 1ère génération annuelle du Pou de Californie.

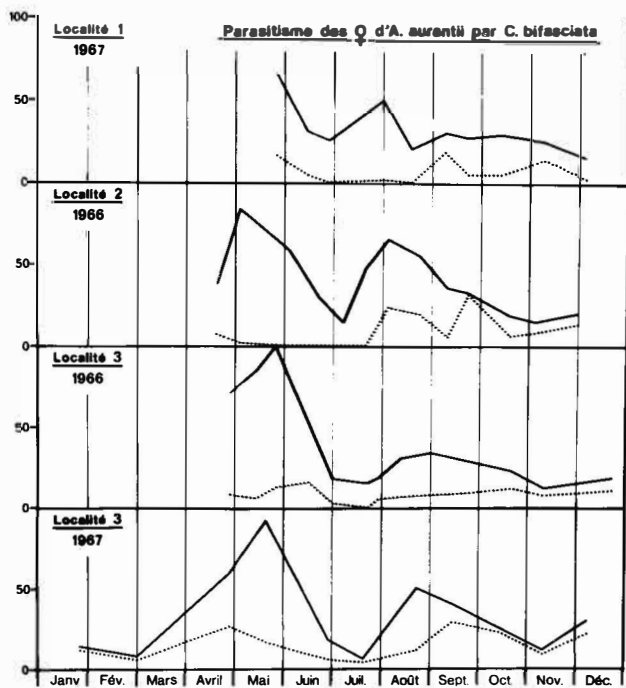


Fig. 3 - Variation comparée dans diverses localités de l'importance numérique exprimée en p. 100:

- des femelles vivantes d'*Aonidiella auranti*, (en traits pleins)
- des femelles vivantes de la Cochenille attaquées par *Comperiella bifasciata* par rapport à l'ensemble de la population vivante dénombrée. (en pointillés)

- la 2ème génération du parasite intervient à une époque où les populations d'*A.aurantii* étant très hétérogènes, les femelles ne constituent qu'un très faible pourcentage des individus rencontrés.
- la 3ème génération de *Comperiella* apparaît de nouveau dans une population hétérogène où les stades hôtes favorables à la ponte du parasite sont en minorité, les larves mobiles et les jeunes stades larvaires constituant 70 à 80% des individus vivants dénombrés.

Ainsi, en toute saison, les parasites adultes trouvent à leur sortie des femelles d'*A.aurantii* pour y déposer leurs oeufs. Ces hôtes se présentent néanmoins en nombre variable en cours d'année et il est intéressant de rapprocher leurs variations de celles qui affectent parallèlement l'importance des Cochenilles femelles attaquées par *Comperiella*.

Les fluctuations en cours d'année de ces 2 données sont représentées en figure 3.

Depuis l'automne jusqu'au seuil du printemps, le nombre de femelles d'*Aonidiella* hébergeant un stade vivant de *Comperiella* oscille entre 60 et 80% des Cochenilles femelles vivantes dénombrées.

Dans la localité 3, par exemple, le taux de parasitisme est de 85%, le 25 janvier 1967 à une époque où, nous l'avons vu, les adultes d'*Aonidiella* ne représentent qu'un faible pourcentage (15 à 20% en moyenne) de la population hivernante. L'importance du parasitisme conserve cette valeur jusqu'au début du mois de mars. Durant ce mois, puis en avril, l'apparition d'un grand nombre de femelles développées à partir des 2ème stades hivernants d'*A.aurantii* est responsable de la baisse apparente du taux de parasitisme qui s'amorce à cette époque. Ultérieurement, à partir de mai, le taux de parasitisme continue à décroître, malgré la chute du nombre de Cochenilles adultes présentes dans les populations.

Ainsi, dans la localité 3 en 1967, bien que le nombre total d'individus parasités tende à se maintenir ou à augmenter légèrement, le taux de parasitisme baisse régulièrement passant de 45% le 27 avril, à 18% le 19 mai, puis à 21% le 28 juin suivant.

En juillet, exception faite du chiffre enregistré dans la localité 3 - chiffre peu représentatif par suite du nombre très réduit de Cochenilles femelles rencontrées à cette époque - le taux de parasitisme est nul dans les localités 2 et 3 en 1966. Il avoisine une valeur du même ordre l'année suivante dans la localité 1.

A partir de cette époque, l'importance du parasitisme va augmenter régulièrement indépendamment des variations affectant l'abondance du stade-hôte, pour atteindre, plus ou moins rapidement selon les localités, sa valeur maximale qu'il conservera jusqu'au printemps suivant. Deux périodes distinctes marquent ainsi les variations annuelles du taux de parasitisme dans les populations: une phase de décroissance, allant de la fin de l'hiver jusqu'au début de l'été à laquelle en succède une autre d'accroissement régulier s'étendant depuis l'été jusqu'au seuil de l'hiver. Si faisant abstraction des variations du nombre d'hôtes on considère le nombre de Cochenilles femelles parasitées existant en cours d'année dans les populations, on s'aperçoit que ce nombre varie peu et se maintient à un niveau inférieur à 40% sans jamais refléter étroitement les variations affectant l'abondance de l'hôte.

Tout se passe donc comme si dans l'état d'équilibre existant, le développement de *Comperiella* s'effectuait indépendamment de la densité de l'hôte disponible.

Ainsi, au printemps, si l'évolution de l'hôte intervient pour entraîner une baisse apparente du taux de parasitisme dès mars, la présence de femelles à la veille de la ponte ou de larves mobiles d'*Aonidiella*, stades impropres au parasitisme, en pleine période d'apparition des adultes de *Comperiella* n'offre pas au parasite les conditions les plus favorables à son maintien en vergers.

La discordance intervenant à cette époque entre le cycle du Pou de Californie et celui de son parasite serait responsable de la baisse complémentaire du taux de parasitisme enregistrée.

Par contre, durant la 2ème moitié de la saison, les 2 générations successives de *Comperiella* qui se développent aux dépens des femelles de la 1ère génération d'*Aonidiella* toujours disponibles en nombre limité à cette époque - à l'inverse de ce que l'on observe au printemps - offrent au parasite les possibilités d'un développement maximum: le taux de parasitisme atteint son plafond habituel.

Dans ce cas, la coïncidence existant entre les cycles des 2 antagonistes serait responsable de l'accroissement d'efficacité observée chez le parasite.

Conclusion

Dans les conditions particulières de la Côte d'Azur, partie limitée cependant de la bordure septentrionale du Bassin Méditerranéen, le Pou de Californie n'offre, par suite d'un cycle biologique caractéristique et de l'existence d'un parasitisme actif de la part de *C.bifasciata*, qu'une évolution très réduite. Les populations de la Cochenille faisant preuve d'une remarquable stabilité demeurent à un niveau économique négligeable d'une année à l'autre.

Ce fait, dû à l'absence de la génération automnale du Pou de Californie, rencontrée normalement en Afrique du Nord, et aux possibilités d'évolution des 2 dernières générations de *C.bifasciata* sur les seules femelles de la 1ère génération d'*Aonidiella*, traduit l'établissement dans la région d'un équilibre biologique satisfaisant.

Ce dernier pourrait être rompu et conduire à l'élimination de la Cochenille, si les conditions climatiques rencontrées chaque année à la mi-mars permettaient la ponte de parasites introduits à cette époque, soit un mois plus tôt que la date de sortie normale des 1ers adultes de *Comperiella*. Seuls les résultats d'une étude expérimentale poursuivie dans cette voie, pourraient nous renseigner toutefois sur l'exactitude de cette opinion.

Summary

The evolution of California Red Scale noticed in three different places of the Alpes-Maritimes has shown the presence through the year of *Comperiella bifasciata*.

The parasite has three generations per year: adults of the first generation are found in May; those of the second in July - August and those of the third in September - October. Its host has only two generations; the scale insect passes winter mainly in the very young second larval stage.

Though the importance of the parasitism on females is limited in the spring, it increases regularly from the middle of July until the autumn reaching and perhaps going beyond 90% of the females existing in the scale populations.

Bibliographie

- ANNECKE, D.P. - 1962. The occurrence of *Comperiella bifasciata* HOWARD in South Africa (Hymenoptera, Encyrtidae). S.Afr.J.agric.Sci., 5, 281-282.
- BENASSY, C. et H. BIANCHI - 1967. Note sur la faune de Diaspines agrumicoles du littoral Sud-Est de la France. Ann.Soc.Ent.Fr.N.S., 3, 1, 247-256.
- CILLIERS, C.J. - 1971. Observations on circular purple scale *Chrysomphalus aonidium* (LINN) and two introduced parasites in western Transvaal *Citrus* orchards. Entomophaga, 16, 3, 269-284.
- COMPERE, H. et H.S. SMITH - 1927. Notes on the life history of two oriental chalcidoïd parasites of *Chrysomphalus*. Univ.Calif.Publ.Ent., 4, 4, 63-73.
- DEBACH, P. - 1948. The establishment of the Chinese race of *Comperiella bifasciata* HOW. on *Aonidiella aurantii* MASK. in southern California. J.econ.Ent., 41, 6, 985.
- DEBACH, P. et R.A. SUNDBY - 1963. Competitive displacement between ecological homologues. Hilgardia, 34, 5, 848-863.
- DELUCCHI, V. - 1965. Notes sur le Pou de Californie (*Aonidiella aurantii* MASKELL) au Maroc (Hom. Coccoïdae). Ann.Soc.E.t.Fr.N.S., 1, 4, 739-788.
- FLANDERS, S.E. - 1943. Mass production of the California red scale and its parasite *Comperiella bifasciata*. J.econ.Ent., 36, 233-235.
- FLANDERS, S.E. - 1944. Observations on *Comperiella bifasciata* an endoparasite of diaspine coccids. Ann.ent.Soc.Amer., 37, 365-371.
- KLEIN, H.A. - 1935. On the biology of the Red Scale (*Chrysomphalus aurantii* MASK.) in the Jordan Valley. Hadar, 8, 4, 16 p.
- PRIOTE, R. - 1964. Reperti sugli stadi di ibernamento dei coccidi piu diffusi e dannosi alle piante, in particolare di fruttiferi in Campania. Boll.Lab.Ent.Agr.Portici, 22, 131-178.
- SMITH, H.S. - 1942. A race of *Comperiella bifasciata* HOW. success fully parasites California red Scale. J.econ.Ent., 35, 6, 609-612.

CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA DYNAMIQUE DES POPULATIONS D'HOMOPTERES
INFEODES AUX AGRUMES

III. 2 - Modalités de la dispersion de *Cales noacki* HOW.
(Hymenopt, *Aphelinidae*), parasite d'*Aleurothrixus*
floccosus MASK. (Homopt, *Aleurodidae*)

par

J.C. ONILLON et J. ONILLON

INRA, Station de Zoologie et de Lutte Biologique, Antibes, France

Sommaire

Pour lutter contre *Aleurothrixus floccosus*, un lâcher de 400 femelles de *Cales noacki* a été réalisé en juin et juillet 1971 sur un arbre, au centre d'un verger de 250 bigaradiers.

L'action du parasite a été suivie par dissection des larves des trois derniers stades de l'Aleurode du 8 septembre au 3 novembre 1971.

Trois estimations (Po, Psi, P+) du taux de parasitisme sont données avec les limites d'utilisation dans le temps.

L'évolution du pourcentage de parasitisme en fonction du temps et de la distance au point de lâcher montre que, pour les trois stades de l'Aleurode intéressés, la dispersion s'effectue progressivement par lente élaboration d'un foyer primaire constitué par l'arbre de lâcher, puis création et ultérieurement renforcement d'un foyer secondaire situé à 15 mètres du point de lâcher. Cinq mois après le lâcher ponctuel de *Cales noacki*, celui-ci manifeste son efficacité dans un rayon de 25 mètres.

Introduction

Peu d'auteurs ont eu la possibilité d'étudier de façon précise, puis de démontrer les mécanismes variés qui régissent la dispersion d'un entomophage dans une aire restreinte, un verger ou une plantation par exemple, à partir d'un lâcher ponctuel. Plus nombreux sont les travaux qui font mention de la dissémination d'un auxiliaire introduit, parasite ou prédateur, à l'échelle d'un département, d'une région, voire d'un pays. Les études, en fait, traduisent deux tendances:

La première, représentée par les travaux sur l'établissement de *Metaphycus helvolus* (ARGYRIOU et DEBACH, 1968) et d'*Opius concolor* (DELANOUE, 1960) est la recherche et la détermination, dans l'espace et dans le temps, de deux critères complémentaires, celui de présence ou celui d'absence qui font davantage appel aux facteurs climatiques (alternance de vents dominants) ou économiques typiques de la région considérée (continuité ou discontinuité de la culture, transport de végétaux) qu'au propre potentiel de dispersion de l'entomophage nouvellement acclimaté.

La seconde tendance, caractérisée par les études faites sur *Prospaltella berlessei* (BENASSY, 1954), *P. perniciosi* (BILIOTTI et al., 1960) et *Chelonus eleaphilus* (ARAMBOURG, 1970), consiste à effectuer des sondages à proximité du point de lâcher pour obtenir une estimation d'un taux de parasitisme sans que celle-ci puisse être systématiquement reliée au nombre d'auxiliaires introduits ou aux densités numériques des populations du ravageur à combattre et sans que l'existence du maillon intermédiaire entre le lâcher ponctuel et la présence de l'entomophage à une distance déterminée puisse être ressentie.

En fait, il semble que dans toute introduction nouvelle d'auxiliaires il soit nécessaire de dissocier trois étapes successives:

- L'implantation du parasite ou du prédateur introduit, qui est essentiellement fonction de sa plasticité d'adaptation et de sa capacité à vaincre la résistance d'un milieu nouveau. Les modalités de cette implantation restent généralement méconnues du fait même de la taille de l'inoculum initial. Si celui-ci est suffisamment faible (ONILLON, 1972), la plus petite prise d'échantillon est susceptible de compromettre l'implantation de l'entomophage et la variabilité extrême du taux d'attaque observé correspond en fait à l'observation, au niveau de l'échantillon pris au point de lâcher, des critères d'absence et de présence. Lorsque l'inoculum

est très élevé (FLANDERS, 1939; DELANOUE, 1964; MONASTERO et DELANOUE, 1966), la surpopulation créée artificiellement au nouveau du point de lâcher conduit d'abord à la dispersion de l'entomophage (DELANOUE, 1970) au niveau d'une aire plus ou moins étendue, puis à son implantation. Le maillon intermédiaire entre le lâcher ponctuel et la présence de l'auxiliaire est alors supprimée.

- La dispersion, au sein d'une aire restreinte, d'un entomophage introduit, dispersion dont les modalités sont sous la dépendance des particularités biologiques du parasite (capacité de recherche, potentiel de multiplication, diversité du spectre parasitaire) et de celles du ravageur (voltinisme, fluctuations des densités numériques des populations). L'homogénéité de la strate végétale est sous entendue dans la limite de l'aire étudiée.
- La dissémination de l'entomophage, à partir de cette zone initialement colonisée, qui est en fait la superposition aux facteurs biotiques qui règlent le devenir des deux antagonistes dans la plantation étudiée, des facteurs abiotiques agissant dans l'ensemble de la région considérée, qu'ils soient physiques (présence et alternance de vents dominants) ou économiques (discontinuité de la culture, fréquence des échanges, voies de pénétration).

Ces deux dernières étapes, chronologiquement bien hiérarchisées utilisent en fait les mêmes méthodes mais sur une échelle différente. La dissémination tient compte essentiellement de la plasticité de l'adaptation de l'entomophage à de nouveaux biotopes alors que la dispersion, dans son orientation causale, vise à mieux connaître les interactions, sans cesse modifiées dans l'espace et dans le temps entre les différents composants de l'écosystème simplifié qui sont le végétal, le phytophage et l'entomophage.

L'objet de cette note est d'essayer de mieux connaître les modalités de la dispersion de *Cales noacki*, parasite importé d'*Aleurothrixus floccosus* qui seules pouvaient être précisées, compte-tenu du plurivoltinisme de l'hôte et de son parasite, à partir d'un faible inoculum de l'auxiliaire, lors d'un lâcher ponctuel, au centre d'un verger d'agrumes.

Matériel et méthodes

Caractéristiques du matériel utilisé

Le verger d'agrumes, dans lequel l'étude sur la dynamique des populations d'*A. floccosus* est étudiée depuis janvier 1968 et où le lâcher de parasites a été effectué, est constitué de 250 bigaradiers (*Citrus aurantium* L.), âgés d'une cinquantaine d'années et poussant sous des pratiques culturales normales.

Modalités du lâcher de *Cales noacki*

Nous ne reviendrons pas sur les modalités du lâcher des adultes de *Cales noacki* qui ont été précisées dans une note précédente (ONILLON J.C. et ONILLON J., 1972).

Contrôle du parasitisme

S'il est relativement aisé de connaître l'action d'un parasite sur les différents stades embryonnaire et larvaires d'un phytophage univoltin, l'estimation correcte de l'impact d'un entomophage en tant qu'agent de régulation d'une espèce plurivoltine soulève de nombreuses difficultés, tant dans le choix d'une méthode à adopter que dans la valeur à lui accorder.

Choix de la méthode

Dans le cas des Homoptères fixés plurivoltins, et plus particulièrement pour *A. floccosus*, la seule méthode qui ait pu être retenue est la dissection, sous loupe binoculaire, des larves des second, troisième et quatrième stades susceptibles d'héberger des oeufs ou des larves de *Cales noacki*. En effet, les méthodes d'observation directe à l'infrarouge ou d'observation par transparence, après dépigmentation du végétal au lactophénol oxygéné et coloration des larves de l'aleurode au noir chlorazol (J. CARAYON, correspondance personnelle), ne donnent des résultats que si l'on est en présence de larves âgées ou de nymphes du parasite.

Valeur de la méthode

En ne tenant compte que des stades du parasite observés par dissection des larves d'*A. floccosus*, un premier taux de parasitisme est obtenu que nous appellerons "Po" et qui est une estimation par défaut du parasitisme réel mais inconnu.

$$P_o = \frac{\text{Nb de larves d}'A.floccosus \text{ renfermant un stade vivant de } C.noacki}{\text{Nb total de larves vivantes d}'A.floccosus}$$

représente en fait, l'activité présente du parasite au moment t .

Si, au nombre de stades larvaires vivants du parasite observés pour P_o à une date donnée, l'on ajoute la totalité des trous de sortie du parasite adulte qui attestent de l'activité de l'entomophage au moment $t - 1, \dots, t - n$, une nouvelle valeur " P_+ " est obtenue qui représente une estimation par excès du taux de parasitisme. En effet, au moyen d'un échantillonnage basé depuis 1968, sur des prélèvements de feuilles dans des strates végétales d'âge déterminé, *A.floccosus* présente n générations avec n compris entre 5 et 6 pour la première (PS1), 3 et 4 pour la seconde (PS2) et 1 et 2 pour la troisième poussée de sève (PS3) en fonction des conditions climatiques locales et de la date d'apparition des nouvelles pousses. Pour la première génération d'*A.floccosus* sur chaque poussée de sève, les larves d'Aleurode présentant un trou de sortie peuvent être directement reliées à l'activité présente de *C.noacki*. Il n'en est pas de même pour les générations suivantes ($n \geq 2$), pour lesquelles les larves des trois derniers stades d'*A.floccosus*, présentant des trous de sortie du parasite, et qui restent fixées sur la feuille de Citrus, peuvent provenir de générations antérieures.

La troisième estimation valable du pourcentage du parasitisme est " P_{si} ", qui est la prise en considération des trous de sortie uniquement s'il y a présence, sur la même feuille, de nymphes de *C.noacki*, stade précédant immédiatement la sortie de l'adulte.

" P_+ " représente une estimation du taux de parasitisme utilisable dans les deux mois suivant l'apparition de chaque nouvelle poussée de sève. Ce délai moyen inclut la sortie des adultes du parasite, issus d'oeufs pondus dans les larves du dernier stade réceptif de l'Aleurode.

La meilleure estimation ultérieure du taux de parasitisme est ensuite " P_{si} " jusqu'à l'entrée de l'hiver où les conditions climatiques défavorables dans les Alpes-Maritimes limitent le choix à " P_o ", permettant de suivre l'hivernation des stades embryonnaire et larvaires du parasite à l'intérieur des trois derniers stades larvaires du ravageur.

Pour la période considérée dans cette étude, " P_{si} " représente donc, à l'intérieur d'une fourchette (" P_o " - " P_+ "), la meilleure estimation possible du taux de parasitisme des larves d'*A.floccosus* par *C.noacki*.

Tableau 1. Estimation des 3 valeurs "Po", "PS.", "P+" du parasitisme des larves d'*A. floccococcus* par *Cales noacki* en fonction du temps et de la distance du point de lâcher

a) Larves du second stade (L_2) d'*A. floccococcus*

		Point de lâcher	5 Mètres	10 Mètres
8.9	Po	17/41 = 41,46	7/43 = 16,27	2/76 = 2,63
	Psi	17/41 = <u>41,46</u>	7/43 = <u>16,27</u>	2/76 = <u>2,63</u>
	P+	17/41 = 41,46	7/43 = 16,27	2/76 = 2,63
22.9	Po	15/51 = 29,41	41/187 = 21,92	3/341 = 0,87
	Psi	17/53 = <u>32,07</u>	41/187 = <u>21,92</u>	3/341 = <u>0,87</u>
	P+	17/53 = <u>32,07</u>	61/207 = 29,46	3/341 = 0,87
		15 Mètres	20 Mètres	
8.9	Po			
	Psi			
	P+			
22.9	Po	7/215 = 3,25	6/513 = 1,16	
	Psi	8/216 = <u>3,70</u>	6/513 = <u>1,16</u>	
	P+	8/216 = <u>3,70</u>	6/513 = 1,16	

b) Larves du troisième stade (L_3) d'*A. floccococcus*

		Point de lâcher	5 Mètres	10 Mètres
8.9	Po	221/380 = 58,15	28/143 = 19,58	8/148 = 5,40
	Psi	221/380 = <u>58,15</u>	28/143 = <u>19,58</u>	8/148 = <u>5,40</u>
	P+	221/380 = <u>58,15</u>	28/143 = 19,58	8/148 = 5,40
22.9	Po	137/246 = 55,69	127/209 = 60,76	24/136 = 17,64
	Psi	189/298 = <u>63,42</u>	170/252 = <u>67,46</u>	25/137 = <u>18,24</u>
	P+	191/300 = <u>63,66</u>	170/252 = <u>67,46</u>	29/141 = <u>20,56</u>
		15 Mètres	20 Mètres	
8.9	Po			
	Psi			
	P+			
22.9	Po	26/228 = 11,40	17/496 = 3,42	
	Psi	33/235 = <u>14,04</u>	17/496 = <u>3,42</u>	
	P+	44/246 = 17,88	17/496 = 3,42	

c) Larves du quatrième stade (L_4) d'*A. floccococcus*

		Point de lâcher	5 Mètres	10 Mètres
8.9	Po	51/199 = 25,62	48/505 = 9,50	8/554 = 1,44
	Psi	51/199 = <u>25,62</u>	48/505 = <u>9,50</u>	8/554 = <u>1,44</u>
	P+	51/199 = <u>25,62</u>	54/511 = 10,56	8/554 = 1,44
22.9	Po	25/54 = 46,29	55/95 = 57,89	20/109 = 18,34
	Psi	25/54 = <u>46,29</u>	55/95 = <u>57,89</u>	20/109 = <u>18,34</u>
	P+	25/54 = 46,29	55/95 = 57,89	20/109 = 18,34
		15 Mètres	20 Mètres	
8.9	Po			
	Psi			
	P+			
22.9	Po	17/262 = 6,48	8/116 = 6,89	
	Psi	17/262 = <u>6,48</u>	8/116 = <u>6,89</u>	
	P+	17/262 = <u>6,48</u>	8/116 = <u>6,89</u>	

Résultats

Pour les dates des 8 et 22 septembre, 6 et 20 octobre et 3 novembre 1971, 36.000 larves des trois derniers stades de l'aleurode ont été examinées ou disséquées. Les données relatives au parasitisme des larves d'*A.floccosus* par *C.noacki*, pour chacune des deux premières poussées de sève concernées, ont été groupées sur les figures 1, 2 et 3 afin de présenter, dans son ensemble, la dynamique spatio-temporelle de la dispersion de l'entomophage. Une analyse ultérieure permettra de déceler, au moyen des fluctuations des densités numériques des populations, l'existence et le rôle dynamique de chacune des poussées de sève de la plante-hôte dans la dispersion du parasite.

Le tableau 1 qui porte sur les estimations "P₀", "P_{si}" et "P₊" du parasitisme des larves des second (L2), troisième (L3) et quatrième (L4) stades d'*Aleurothrixus floccosus* par *Cales noacki* pendant le mois de septembre, appelle quelques commentaires.

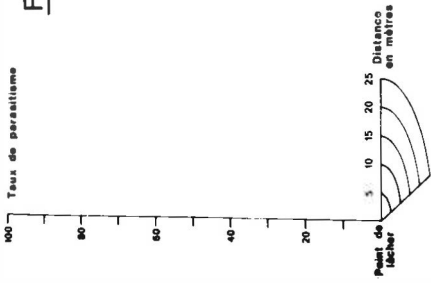
A de rares exceptions près, les valeurs de P₀, P_{si} et P₊ sont très voisines à une date donnée, pour une distance et un stade du phytophage déterminé. Elles sont même rigoureusement égales pour les trois stades de l'aleurode intéressés dans un rayon de dix mètres, autour du point de lâcher, début septembre et, ultérieurement, à certaines zones limites d'action de *Cales*. Cela correspond, sur le plan dynamique, à un renforcement du foyer primaire de *Cales noacki* au point de lâcher, puis à une extension de l'espace colonisé par le parasite.

Parasitisme des larves du second stade d'*A.floccosus* (Fig. 1)

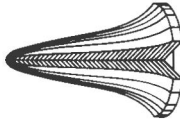
Le 8 septembre, le taux de parasitisme des L2 d'*A.floccosus* est de 41,46% (17/41)^x sur l'arbre de lâcher et décroît rapidement avec l'éloignement. *C.noacki* est au stade prénymphe (Tableau 2).

^xPour chaque pourcentage, les données originales sont fournies. Pour un taux de parasitisme de 41,46%, 17 larves du second stade de l'Aleurode étaient parasitées sur 41 disséquées.

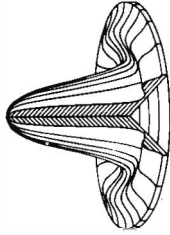
Fig. 1 Parasitisme des L₂ d'A. floccosus par C. noacki



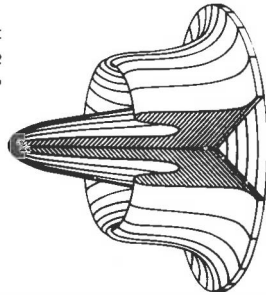
8-9-71



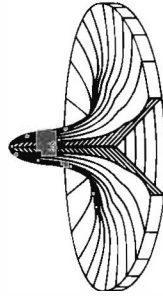
22-9-71



6-10-71



20-10-71



3-11-71

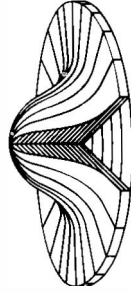


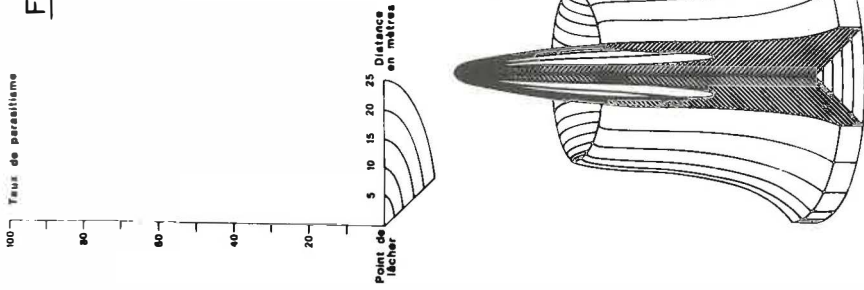
Tableau 2. Repartition (en %) des stades de *Calés noacki* à l'intérieur des trois stades larvaires d'*A. floccosus*

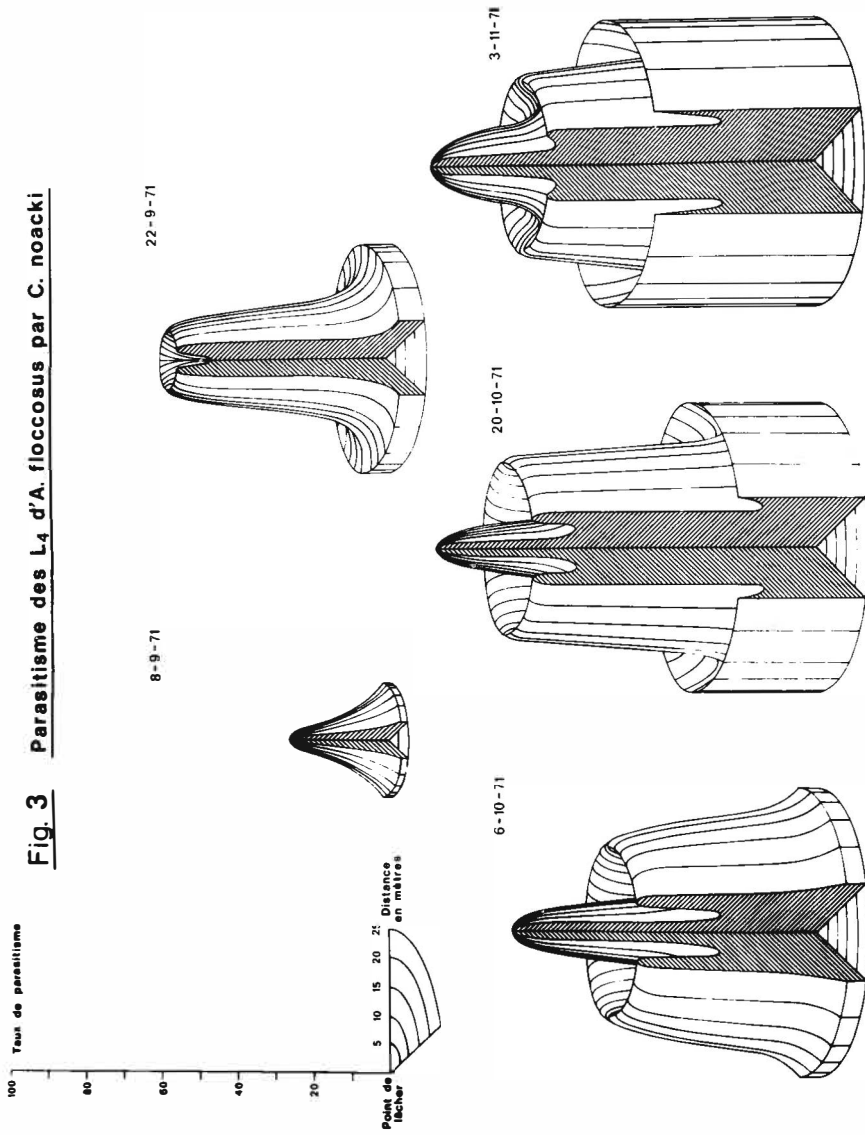
a) Larves du second stade (L_2)		Stades de <i>Calés noacki</i>		
		Oeuf	Jeune larve	Vieille larve
8 Septembre 1971		3/26 = 11,54	3/26 = 11,54	3/26 = 11,54
22 Septembre 1971		54/72 = <u>75,00</u>	7/72 = 9,72	4/72 = 5,56
6 Octobre 1971		17/197 = 8,63	42/197 = 21,32	90/197 = <u>45,68</u>
20 Octobre 1971		89/296 = 30,07	40/296 = 13,51	15/296 = 5,07
3 Novembre 1971		71/359 = 19,78	141/359 = <u>39,27</u>	49/359 = 13,65
		Prénympe	Nympe	
		15/26 = <u>57,69</u>	2/26 = 7,69	
		2/72 = 2,78	5/72 = 6,94	
		43/197 = 21,83	5/197 = 2,54	
		27/296 = 9,12	125/296 = <u>42,23</u>	
		21/359 = 5,85	77/359 = <u>21,45</u>	
b) Larves du troisième stade (L_3)		Oeuf	Jeune larve	Vieille larve
8 Septembre 1971		8/257 = 3,11	47/257 = 18,29	115/257 = <u>44,75</u>
22 Septembre 1971		54/331 = 16,31	27/331 = 8,16	20/331 = 6,04
6 Octobre 1971		9/453 = 1,99	70/453 = 15,45	173/453 = <u>38,19</u>
20 Octobre 1971		7/520 = 1,35	11/520 = 2,11	55/520 = 10,58
3 Novembre 1971		33/439 = 7,52	62/439 = 14,12	42/439 = 9,57
		Prénympe	Nympe	
		85/257 = 33,07	2/257 = 0,78	
		21/331 = 6,35	209/331 = <u>63,14</u>	
		150/453 = 33,11	51/453 = 11,26	
		139/520 = 26,73	308/520 = <u>59,23</u>	
		95/439 = 21,64	207/439 = <u>47,15</u>	
c) Larves du quatrième stade (L_4)		Oeuf	Jeune larve	Vieille larve
8 Septembre 1971		28/107 = 26,17	45/107 = <u>42,05</u>	30/107 = 28,04
22 Septembre 1971		12/125 = 9,60	6/125 = 4,80	34/125 = 27,20
6 Octobre 1971		4/191 = 2,09	27/191 = 14,14	54/191 = 28,27
20 Octobre 1971		1/270 = 0,37	12/270 = 4,45	36/270 = 13,33
3 Novembre 1971			12/224 = 5,36	26/224 = 11,61
		Prénympe	Nympe	
		4/107 = 3,74		
		43/125 = <u>34,40</u>	30/125 = 24,00	
		50/191 = <u>26,18</u>	56/191 = <u>29,32</u>	
		53/270 = 19,63	168/270 = <u>62,22</u>	
		46/224 = 20,53	140/224 = <u>62,50</u>	

Le 22 septembre, soit quinze jours plus tard, le parasitisme reste constant sur l'arbre de lâcher et dans un rayon de cinq mètres constituant ainsi le foyer primaire. Un foyer secondaire se dessine à 15 mètres avec un taux de parasitisme très faible, de l'ordre de 3,7% (8/216). Près de 80% des larves d'aleurode parasitées renferment des oeufs de *Cales*. Quinze jours plus tard, l'action de l'entomophage est en augmentation constante à tous les niveaux. L'action la plus spectaculaire est le renforcement du foyer secondaire à 15 mètres avec 28,67% (41/143) de parasitisme. Près de la moitié de L2 présentent à la dissection des vieilles larves du parasite.

Le 20 octobre, le taux du parasitisme est significativement inférieur à ce qu'il était pour chaque zone intéressée à la date précédente. Les diminutions les plus notables sont localisées au niveau du foyer secondaire, où l'on enregistre un pourcentage de parasitisme de 1,59% (49/3074). Cette baisse sensible est imputable essentiellement aux modifications numériques d'un des termes du rapport parasite-hôte. En effet, alors que le nombre de larves parasitées par *C. noacki* varie peu, celui des hôtes disponibles est en progression rapide, les densités numériques des L2 passant pendant le mois d'octobre de 110 à 1.100 individus par dm^2 de surface foliaire pour la seconde poussée de sève, et de 25 à 820 larves/ dm^2 pour la première poussée de sève. Les estimations des densités numériques des populations larvaires d'*A. floccosus* sont faites en fonction d'une unité étalon de surface foliaire (ONILLON et al., 1971). Le 20 octobre, les densités numériques des larves du second stade d'*A. floccosus* étaient respectivement de 400 et de 355 individus par dm^2 de surface foliaire pour la seconde et pour la première poussée de sève. *Cales noacki* est à l'état de nymphe dans les larves du second stade d'*A. floccosus*. Début novembre, le taux de parasitisme, légèrement inférieur au niveau du point de lâcher 18,83% (107/568) contre 26,88 (146/543) le 20 octobre, est de nouveau en progression dans un rayon de 5 à 15 mètres autour du point zéro. Cette légère augmentation est due à la convergence des deux types d'évolution de l'entomophage et du phytophage. D'une part, aux nymphes de *Cales* ont succédé des adultes, puis des oeufs et jeunes larves qui représentent le 3 novembre le stade prédominant. D'autre part, les densités numériques des larves d'*A. floccosus*, après le sommet du 27 octobre sont en diminution avec 600 et 300 L2 par dm^2 de surface foliaire.

Fig. 2 Parasitisme des L₃ d'A. floccosus par C. noacki





Parasitisme des larves du troisième stade d'*A.floccosus* (Fig.2)

L'évolution du parasitisme des larves du troisième stade d'*A.floccosus* par *C.noacki* est sensiblement identique à celle observée précédemment pour les larves du second stade et se décompose de la manière suivante:

- Présence d'un foyer primaire début septembre où le parasitisme, de l'ordre de 58,15% (221/380), est représenté par des "vieilles larves" de *Cales* (Tableau 2).
- Renforcement de ce foyer le 22 septembre dans un rayon de 5 mètres avec 67,46% (170/252) de parasitisme contre 19,58% (28/143) à la date précédente, *Cales* étant au stade nymphe.
- Création d'un foyer secondaire début octobre à 15 mètres du point de lâcher où avec 61,32% (176/287) de larves parasitées, l'entomophage est à nouveau au stade "vieille larve".

Le 20 octobre le parasitisme, voisin de 90% autour du point de lâcher reste cependant supérieur à 30% à une distance de 25 mètres du point zéro. Début novembre, le même phénomène précédemment observé pour les larves du second stade d'*A.floccosus*, se vérifie à nouveau avec une diminution rapide et généralisée du taux de parasitisme correspondant à l'augmentation progressive des densités numériques des larves du troisième stade de l'hôte.

Pour ces deux dernières dates, *Cales noacki* est au stade nymphe (Tableau 2).

Parasitisme des larves du quatrième stade d'*A.floccosus* (Fig. 3)

Pour ce stade, les phénomènes observés sont rigoureusement identiques à ceux précédemment décrits les 8 et 22 septembre où *Cales* est respectivement au stade "jeune larve" et prénymphe, et le 6 octobre, où plus de 80% des stades parasités sont représentés par des stades âgés de l'entomophage ("vieille larve", prénymphe et nymphe).

Au niveau de l'arbre de lâcher, le taux de parasitisme, qui était de 25,6% (51/199) le 8 septembre, atteint 97% (85/87) le 3 novembre.

Le 20 octobre, l'action de *Cales* est en progression à tous les niveaux, principalement dans un rayon de 25 mètres où se crée début novembre un foyer tertiaire.

Cales noacki, est alors, comme pour les larves de l'aleurode du stade précédent, à l'état de nymphe.

Discussion

Peu d'auteurs ont eu la possibilité d'étudier de façon précise les modalités de la dispersion d'un entomophage et nous manquons d'éléments de comparaison. Dans sa conclusion, CLAUSEN (1951) estime que "... definite control was achieved, in the vicinity of the colonization points, within three host generations after release,..." , mais n'explique pas le processus du contrôle.

SELLERS (1953) donne un schéma théorique de distribution d'un entomophage à partir d'un lâcher ponctuel avec extension de l'aire colonisée à chaque nouvelle génération du parasite. Ce schéma séduisant n'est cependant pas applicable à *Cales noacki* car les postulats initiaux impliquent qu'à l'intérieur d'une génération de l'hôte, un seul stade soit réceptif pour le parasite. Or, le spectre parasitaire de *C.noacki* s'étend sur les larves des trois derniers stades d'*A.floccosus* ce qui permet à un adulte de *C.noacki* sortant d'une larve du second stade de l'hôte de parasiter une larve du quatrième stade de l'Aleurode.

Il semble bien que, dans le cas de l'implantation et de la dispersion de *C.noacki*, nous assistions à la superposition de deux phénomènes. Un phénomène statique qui est représenté par le potentiel présent de l'entomophage et par l'intensité de sa variation dans le temps en un point donné, et un phénomène dynamique qui se superpose au précédent avec évolution dans l'espace, par extension de l'aire nouvellement colonisée et retour dans l'aire précédemment occupée. A chaque sortie des adultes de *Cales* qui représentent le stade de dissémination, l'intensité du parasitisme varie en place, pour une distance donnée et dans l'espace. Ces deux phénomènes sont constamment sous l'influence des fluctuations des densités numériques des stades de l'hôte. L'interprétation la plus imagée de l'évolution spatio-temporelle de ces volumes serait représentée par la succession d'ondes amorties résultant de l'impact d'un corps solide dans un milieu plus ou moins visqueux.

Conclusion

La dispersion de *Cales noacki* à partir d'un lâcher ponctuel se réalise suivant un processus bien défini: élaboration d'un foyer primaire sur l'arbre de lâcher, renforcement de ce foyer, puis création d'un foyer secondaire. Cette succession de phénomènes est sous la dépendance de nombreux facteurs dont les principaux semblent être les fluctuations des

densités numériques de l'hôte, la taille de l'inoculum initial de l'entomophage lors du lâcher et le potentiel de multiplication et de dissémination de *Cales* à chaque nouvelle génération. La parfaite identité des phénomènes observés, quelque soit le stade de l'hôte, nous permet d'envisager ultérieurement un essai de modélisation lorsque les principaux facteurs-clé précités auront pu être précisés.

D'autre part, l'intensité du parasitisme observé, dans un rayon de 25 mètres, cinq mois après le lâcher ponctuel de 400 femelles permet de fixer le nombre de points de lâcher et la quantité de parasites par hectare de plantation. Pour obtenir une efficacité satisfaisante de *Cales noacki*, 400 femelles à chacun des cinq points de lâcher, soit 2000 parasites semblent suffisants par hectare de plantation.

Remerciements

Nous remercions vivement Ch. PINET de la Station de Zoologie d'Antibes à qui nous sommes redevables de l'excellente reproduction des graphiques.

Summary

To control *Aleurothrixus floccosus* 400 females of *Cales noacki* have been released in June and July 1971 on a tree situated in the middle of an orchard of sour orange trees. The action of the parasite has been followed by dissection of the three last stages of the white fly from September 8 to November 3, 1971.

The evolution of the percentage parasitism, as related to the time and the distance from the release point, shows that for whiteflies of the three stages concerned, dispersion is obtained progressively by a slow elaboration of a primary focus, in the release tree then, foundation and eventual strengthening of a secondary focus, 15 m from the release point. Five months after the punctual release of *Cales noacki*, this insect was effective within a radius of 25 m.

Bibliographie

- ARAMBOURG, Y., 1970. Techniques d'élevage et essais expérimentaux de lâchers de *Chelonus eleaphilus* Silv., parasite de *Prays oleae* Bern. (Teigne de l'Olivier). Ann. Zool. Ecol. Anim. No H.S. 3, 57-61.
- ARGYRIOU, L.C. et DE BACH, P., 1968. The establishment of *Metaphycus helvolus* (Comp.) (Hymenopt, Encyrtidae) on *Saissetia oleae* (Bern.) (Homopt, Coccidae) in olive groves in Greece. Entomophaga, 13 (3), 223-228.

- BENASSY, C., 1954. Essai expérimental de constitution d'un foyer de *Prosopaltella berlesei* How. dans le Lyonnais. C.R. Acad. Agri. France, 40, 528-530.
- BILIOTTI, E., BENASSY, C., BIANCHI, H. et MILAIRE, H., 1960. Premiers essais expérimentaux d'acclimatation en France de *Prosopaltella perniciosi* Tower, parasite spécifique importé de *Quadraspidiotus perniciosus* Comst. C.R. Acad. Agri. France, 50, 707-711.
- CLAUSEN, C.P., 1951. The time factor in Biological control. J. Econ. Ent., 44, 1-9.
- DELANOUE, P., 1960. Lâchers expérimentaux d'*Opius concolor* SzepI. parasite de *Dacus oleae* Gmel. dans les Alpes-Maritimes. C.R. Acad. Agri. France, 46 (12), 712-718.
- DELANOUE, P., 1964. Conséquences de la compétition entre les Chalcidiens indigènes et un braconide importé (*Opius concolor* SzepI.) dans les essais de limitations des populations de *Dacus oleae* Gmel. dans les Alpes-Maritimes. Rev. Path. Veg. et Ent. Agri., 43 (3), 145-151.
- DELANOUE, P., 1970. Utilisation d'*Opius concolor* SzepI. en vue de la lutte contre *Dacus oleae* Gmel. (Mouche de l'Olive). Ann. Zool. Ecol. Anim., N° H.S. 3, 63-69.
- FLANDERS, S.E., 1939. The propagation and introduction of *Coccophagus heteropneusticus* Comp., a parasite of Lecanine Scale Insects. J. Econ. Ent. 32, 888-890.
- MONASTERO, S. et DELANOUE, P., 1966. Lutte biologique expérimentale contre la Mouche de l'Olive (*Dacus oleae* Gmel.) au moyen d'*Opius concolor* SzepI. *siculus* Mon. dans les Iles Eoliennes (Sicile) en 1965. Entomophaga 11 (5), 411-432.
- ONILLON, J.C., ONILLON, J. et TOMASSONE, R., 1971. Contribution à l'étude de la dynamique des populations d'Homoptères inféodés aux Agrumes. I. Estimation de la surface d'une feuille en fonction de ses deux plus grandes dimensions. Ann. Zool. Ecol. Anim., 3, (2) 183-193.
- ONILLON, J.C. et ONILLON, J., 1972. Contribution à l'étude de la dynamique des populations d'Homoptères inféodés aux Agrumes. III. Introduction, dans les Alpes-Maritimes de *Cales noacki* How. (Hymenopt, Aphelinidae), parasite d'*Aleurothrixus floccosus* Mask. (Homopt, Aleurodidae). C.R. Acad. Agri. France, 58 (6), 365-370.
- SELLERS, W.F., 1953. A critique of the time factor in Biological control. Bull. Entom. Res. 44, 273-289.

LES COCHENILLES DES AGRUMES DANS L'OUEST AFRICAÏN
Répartition et développement en relation avec la climatologie

par

A. VILARDEBO

Institut Français de Recherches Fruitières Outremer (IFAC)
75116 Paris, France

Résumé

Les agrumes dans l'ouest africain se présentent rarement sous l'aspect de vergers d'exploitation. Ce sont des arbres isolés ou par groupes se développant à l'état subspontané sans aucune intervention phytosanitaire. Sur une étendue de 3000 km d'est en ouest, de 1000 km du nord au sud, de l'océan au désert, les climats rencontrés sont extrêmement variés allant depuis la zone équatoriale à température constante et humidité très élevée à celle sahélo-soudanienne très sèche avec des températures très élevées en été, assez basses en hiver. Entre ces extrêmes, on trouve des zones à climatologie intermédiaire.

Une liste des principales coccides rencontrées est fournie avec quelques indications sur leur écologie. Une étude plus détaillée est en cours sur *Aonidiella citrina*, étudiant les périodes de prolifération, de régression naturelle en liaison avec la climatologie de la saison, cherchant à établir le rôle de chacun des facteurs humidité et température. Des indications sont données sur la répartition, les conditions de prolifération et l'écologie en liaison avec le climat pour quelques autres espèces notamment *Parlatoria zizyphi*, *Unaspis citri*, *Lepidosaphes beckii* et *L. gloverii*.

Introduction

Depuis quelques années la diversification des cultures est à l'ordre du jour, notamment dans les états africains. Par convention, l'IFAC a été chargé d'étudier et développer l'implantation fruitière dans ces territoires. Outre les problèmes agronomiques, il a fallu examiner ceux de défense de culture. Des enquêtes ont été menées en Mauritanie, Sénégal, Mali, Côte d'Ivoire, Niger, Dahomey, Cameroun, Gabon et Congo-Brazza. Dans le présent document, on se propose d'exposer les observations d'ordre écologique qui ont pu être réalisée au cours de ces enquêtes afin d'étudier quelle est la part d'influence des différents facteurs climatiques sur la pullulation des cochenilles. Auparavant il paraît utile de donner quelques indications sur l'aspect des vergers de citrus en Afrique de l'ouest et sur les zones climatiques.

L'introduction des agrumes dans l'Afrique de l'ouest remonte à une date déjà très ancienne, mais sa propagation et l'implantation, en bien des localités, furent l'oeuvre des Services de l'agriculture français et des missionnaires.

Les premiers créèrent un certain nombre de "jardins d'essais" qui, en fait, étaient des collections d'espèces botaniques où les citrus avaient toujours leur place. Des plantations d'arbres fruitiers également ont été faites dans les différentes subdivisions administratives. Un travail identique était accompli par les missionnaires souvent en des localités très retirées. Très souvent, ces introductions furent sans développement ultérieur. Il est encore possible de trouver quelques uns de ces arbres ainsi isolés. Les cas les plus typiques ont été observés dans les villages tout au long du fleuve Ogoué dans la région nord de Lambaréné (Gabon). Des orangers et des pomelos de 60 ans d'âge existent dans les villages qu'entoure une forêt dense, la seule voie d'accès étant le fleuve.

Beaucoup plus rarement, ces introductions ont été suivies d'une multiplication et développement de cette culture dans toute une région, parfois très étendue, telle toute la région montagneuse de Foutah-Djallon, couvrant une grande superficie de la Guinée et du Mali. Cette région est devenue un immense verger d'orangers, tous de semis, dispersés dans tous les villages. En Guinée, ces fruits servent à la consommation des populations locales y compris celles de la côte. Au Mali, les voies d'accès, beaucoup plus difficiles, ne permettent pas l'acheminement de la marchandise qui est traitée sur place pour extraire les huiles essentielles. La région de Bafia, au

Cameroun, est également très riche en agrumes. Enfin dans d'autres secteurs, des plantations de rapport ont été créées, la plupart en vue de la production des huiles essentielles. C'est le cas en Côte d'Ivoire dans la région de Sassandra et de Dimbokro comme c'était le cas en Guinée.

Au cours des enquêtes phytosanitaires menées dans ces territoires africains, on s'est efforcé d'observer le plus grand nombre de vergers ou arbres isolés en différentes localités. Sur une aussi vaste étendue, il n'est pas pensable de parcourir toutes les régions. Les informations recueillies ne peuvent donc être que fragmentaires. Elles sont présentées ci-après en s'efforçant de tirer des idées générales sur la répartition géographique des cochenilles et leur écologie en liaison avec la climatologie du lieu.

Les zones climatiques

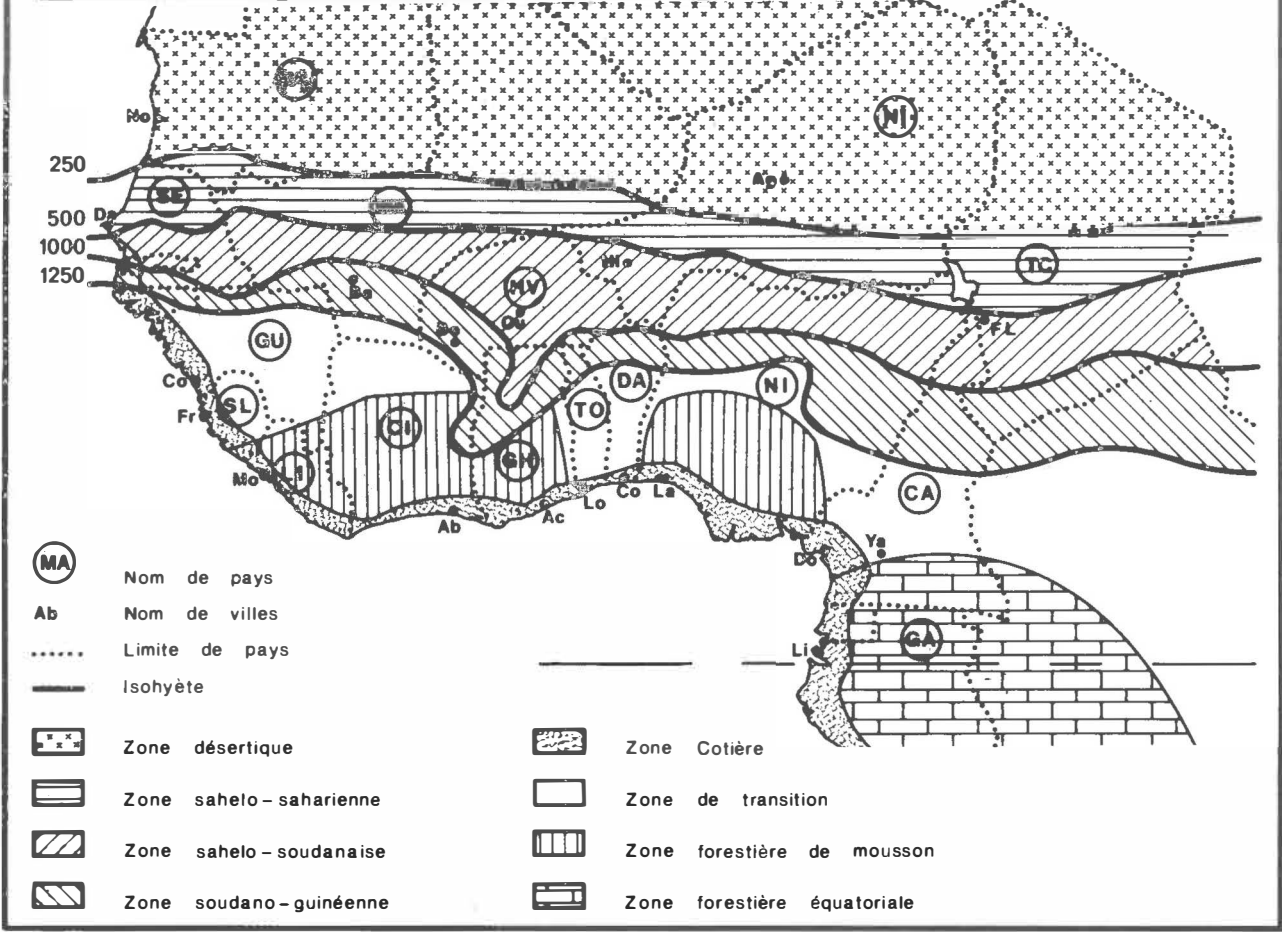
L'ouest africain est une large bande de terre de 3000 km de long d'est en ouest, d'un peu plus de 1000 km de large, entre le 5^e et 15^e parallèle, entre le Sahara et le Golf de Guinée. Le vent de mousson venant du sud-ouest, le vent d'harmattan arrivant du désert, les hautes pressions constantes, installées au Sahara règlent la climatologie de cette partie du continent. Les pluies sont plus ou moins fortes, les températures plus ou moins élevées ou basses selon la dominance de l'un ou l'autre de ces facteurs.

Sous l'Equateur, il existe un climat chaud et humide. Les pluies (1500 à 2500 mm) réparties sur toute l'année, tombent parfois journellement. Elles maintiennent une humidité pratiquement à saturation, toujours supérieure à 90 - 95%. La température varie peu (moyenne 24-26). Les écarts diurnes sont très faibles. C'est la zone de la forêt dense équatoriale. Le développement des cochenilles est relativement faible. Il semble gêné par cette forte humidité permanente et par ces pluies fréquentes.

Plus au nord, vers le 5^e - 8^e parallèle, on trouve la zone de forêt de mousson. Deux saisons sèches, d'importance inégale, alternent avec deux saisons pluvieuses également inégales. L'humidité est élevée toute l'année avec une légère chute pendant la courte période de l'année (8 à 10 jours) au cours de laquelle le vent d'harmattan se fait sentir. Ce dernier provoque également une légère baisse de température qui tout au long de l'année reste assez constante. Ce climat est celui de toute la basse Côte d'Ivoire, là où s'étend la grande forêt tropicale.

Ces climats sont assez favorables au développement intense de certaines espèces de cochenilles notamment *Unaspis citri* et *Lepidosaphes beckii* ou *L. Gloverii*.

Zones climatiques de l'ouest africain



Au nord de la zone de forêt de mousson, se situent les régions à climat semi-aride. Ce dernier est caractérisé par 3 saisons:

- un printemps chaud et sec
- un été humide et doux
- une période automne hiver sèche et moyennement chaude

La pluviométrie annuelle est très variable mais toujours groupée en quelques mois.

On y distingue la zone soudano-guinéenne. Les maxima de température sont de 34-36° et le minima 12-15°. Ces variations jouent un rôle prépondérant sur le développement des cochenilles, mais aucun des extrêmes ne constitue un facteur limitant. Les pluies (1000 à 2500 mm) sont très mal réparties. Le quart ou le cinquième du total annuel peut tomber en un seul mois et rien pendant 4 à 7 mois. L'humidité est élevée pendant la saison pluvieuse, elle varie de 40 à 70% durant le reste de l'année avec des minima de 15-25% en janvier lorsque souffle l'harmattan. Ce climat se rencontre en Guinée, nord de la Côte d'Ivoire et partie centrale du Cameroun (N'gaoundéré).

Dans ces régions, les périodes de forte pluviométrie sont un frein au développement des insectes souvent par le simple fait du lessivage mécanique mais aussi par suite du degré hygrométrique pratiquement toujours à saturation. Cet état permet le développement de champignons entomophages du genre *Aschersonia*.

Plus on remonte au nord, plus les caractéristiques climatologiques s'accroissent. La pluviométrie tombe entre 1000 et 500 mm dans la zone sahélo soudanienne, entre 500 et 250 mm dans la zone sahélo saharienne. Les précipitations sont toujours groupées dans le temps. Les maxima de température sont supérieurs à 40° (maxima absolus: 45-48°), en été. En hiver les minima sont inférieurs à 12° (minima absolus: 7-9°). Les fortes températures sont souvent un facteur limitant entraînant tout au moins une forte mortalité, tandis que les basses températures provoquent un arrêt de développement. L'humidité en saison des pluies n'est jamais excessive. En décembre-janvier, elle descend régulièrement en dessous de 10% provoquant la mort de beaucoup de cochenilles, notamment du premier stade.

Tel est le type du climat du sud mauritanien, du Mali (Bamako, Ségou, Sikasso) et du Niger (Niamey, Maradi, Zinder).

L'agrumiculture n'est possible qu'avec une irrigation.

Au nord de l'Isohyete 250 s'est le climat désertique où toute culture de citrus devient impossible, à moins de conditions très particulières et en général très localisées (Casis du Massif de l'Air au nord d'Agadès).

Une mention spéciale doit être faite pour toute la bande côtière du Golf de Guinée. Elle subit une influence maritime qui vient modifier le climat que l'on trouve dans l'arrière pays. L'influence principale est une élévation du degré hygrométrique pendant toute l'année. Le régime des pluies n'est pas à proprement changé; seule la hauteur d'eau est modifiée. C'est sur cette bande côtière qu'elles atteignent les points les plus élevés, (4 à 4,5 m à Conakry; 4,5 à 5 m à Douala). Le degré hygrométrique déjà presque à saturation ne peut être ici beaucoup modifié.

Mais au Sénégal, comme au Dahomey et au Togo, l'élévation de l'humidité relative est très importante comparativement et celle que l'on enregistre dès que l'on pénètre à l'intérieur du pays.

Cette influence maritime atténue les écarts de températures, existant dès que l'on s'éloigne de la mer. C'est le cas pour le Sénégal, Dahomey, et Togo. Pour la Côte d'Ivoire et le Cameroun, où les variations de températures sont déjà très faibles entre les saisons, rien n'est modifié.

L'élévation des minima hygrométriques, l'atténuation des écarts de températures font que les conditions climatiques de certains de ces secteurs sont favorables à la fois aux espèces des zones semi arides comme de celles des régions très humides et forêt dense. Le nombre d'espèces de coccides rencontrées est plus élevé qu'ailleurs.

Après avoir défini les caractéristiques climatiques de ces régions, voyons quels sont les coccides que l'on y rencontre, les observations écologiques qui ont pu être faites pour ensuite tirer en conclusion des indications sur les facteurs climatiques qui influent sur la prolifération de ces ravageurs.

Principales espèces de coccides^x

Sur un territoire aussi vaste, avec une climatologie aussi variée, les espèces rencontrées sont très nombreuses. Il est donné ci-après une liste, non limitative, de l'ensemble des espèces rencontrées. Celles ayant une

^xLes plus vifs remerciements sont adressés à MM. BENASSY et PANIS pour leur collaboration apporter dans l'identification de certaines cochenilles.

certaine importance économique sont les suivantes :

Principales espèces

Unaspis citri
Aonidiella citrina
Parlatoria zizyphi
Lepidosaphes beckii
Lepidosaphes gloverii
Pseudaonidia trilobitiformis
Coccus hesperidum

Autres espèces

Pinnaspis strachani
Nipaecoccus nipae
Stictococcus sp.
Udinia so.
Ceroplastes sp.
Pseudococcines
Chrysomphalus ficus

Données écologiques sur ces espèces

Aonidiella citrina

Cette cochenille cause de gros dommages sur agrumes au Mali. Elle est extrêmement voisine de *A.aurantii* et seul un examen microscopique minutieux de la forme de la plaque de sclérose présente à la base du pygidium permet de les distinguer l'une de l'autre.

Certains caractères de leur comportement biologique permettent de suspecter qu'il s'agit de l'une ou l'autre espèce. Tout d'abord les conditions climatiques du lieu où on les trouve. *A.citrina* est adaptée à des températures élevées et à un degré hygrométrique très bas. *A.aurantii* préfère les climats plus tempérés.

C'est sur rameaux que *A.citrina* se fixe par prédilection. Les encroûtements peuvent être continus. Sur feuilles, on trouvera des colonies peu nombreuses. Il en est de même sur fruits par opposition à *A.aurantii* qui y abonde particulièrement.

Au Mali, les attaques observées étaient extrêmement graves, provoquant si non la mort de l'arbre, tout au moins un défeuillage presque total et pratiquement la suppression de toute récolte. Outre le Mali, cette espèce a été rencontrée, mais en très petite quantité, en Guinée à Kindia et à N'Gaoundéré au Cameroun (climat soudano-guinéen). Si elle n'est pas présente au Niger, c'est que probablement elle n'y a jamais été introduite, sinon les conditions climatiques assez semblables à celles du Mali paraissent être favorables à son intense prolifération.

Le citronnier, l'oranger, le bergamotier sont les espèces les plus intensément attaquées. A Sikasso il a été trouvé *Chilocorus distigma* (Coccinelide) mais en petite quantité. Les observations faites semblent indiquer que cette espèce est presque complètement décimée tous les ans par les rigueurs du

climat. Signalons que l'introduction de *Chilocorus bipustulatus* var *iranensis* qui s'est si bien adaptée en Mauritanie sur *Parlatoria blanchardi* doit être tentée au cours de la prochaine saison sèche (à partir d'octobre). Cette espèce ayant une grande importance économique des observations régulières ont été entreprises depuis décembre dernier sur le développement des populations en relation avec la climatologie. Voici les premières indications qui ont pu être tirées, du travail réalisé par M. REY (assistant Service Défense des cultures- Station de Mali).

Début décembre, il était possible d'observer des femelles entourées de larves du premier stade, avec encore sous leur bouclier des oeufs. Manifestement, la fin novembre et la première quinzaine de décembre, sont une période de ponte.

A partir du 15 décembre, on continue à observer la fixation de larves mobiles mais presque toutes meurent rapidement. Pendant la période qui s'étend jusqu'au 15 janvier 1972, on note donc une régression du niveau des infestations par suite de la forte mortalité due à la grande siccité de l'air et non pas par arrêt de la ponte. Les minima de température de l'ordre de 15° s'ils réduisent l'activité physiologique de l'insecte ne sont pas pour autant un facteur limitant.

Fin janvier, le degré hygrométrique s'élève ainsi que la température, Le taux de mortalité diminue considérablement et le développement biologique s'accélère. Les infestations s'accroissent alors très vite.

En février, on note des à coups dans le rythme de ponte sans pouvoir en donner une explication. Le développement des cochenilles est rapide. On observe en outre, la colonisation des rameaux de la poussée végétative de novembre, alors que les feuilles de la même époque restent saines.

A partir de mars, commence la saison des fortes chaleurs, avec des maxima de températures souvent supérieures à 40°.

L'examen à la loupe binoculaire montre que la mortalité est de nouveau très élevée non seulement chez les larves, mais également chez les adultes.

La ponte est complètement arrêtée. Certaines femelles présentent un aspect très particulier. Elles semblent à moitié desséchées sans qu'il puisse être affirmé avec certitude, qu'elles soient réellement mortes. En fait, il semble que ce soit un état de "vie ralentie" leur permettant de résister à cette dure période de l'année. Cette hypothèse a été formulée après les examens de fin juin, début juillet. Il était en effet observé des insectes

ayant repris une turgescence normale, puis la présence d'oeufs sous les boucliers. Il faut indiquer que l'irrigation apportée aux arbres pendant toute cette période leur a permis de rester en bonne condition végétative offrant alors aux insectes de bonnes conditions d'alimentation. Fin juillet, alors que s'installe la saison pluvieuse, la reprise d'activité est générale. Telles sont les premières informations obtenues ce jour. Ces travaux se poursuivent. A la lumière de ces premières connaissances, le programme des observations va pouvoir être mieux défini.

On s'efforcera notamment d'approfondir dans quel état exact sont ces insectes à demi desséchés. Cette forme de "résistance" paraît intéressante à étudier.

Pinnaspis strachani

Cette espèce paraît être bien adaptée au climat sec et chaud du Mali. Ce n'est en effet que dans ce pays qu'elle a été trouvée systématiquement et toujours en abondance bien que sa plante hôte, la lime acide (*Citrus aurantiifolia*) soit largement répandue dans l'ouest africain. Elle s'attaque également au *Citrus macrophylla*, utilisé comme porte greffe. Malgré leur proximité immédiate en bien des localités, et notamment dans les carrés de collection, aucun autre citrus n'a été trouvé porteur de cette cochenille.

Il faut signaler que cette espèce a été observée à la station de M'Boro au Sénégal, mais en très petit nombre.

Les autres cochenilles rencontrées uniquement dans la zone sahélo-soudanienne ont été: *Stictococcus* sp. sur orangers à Sikasso et Bamako en petite quantité, et *Nipaeococcus nipae* spécifiquement sur lime acide dans toute la région de Bamako et à la pépinière de Yantala près de Niamey (Niger). Cette espèce est assez fortement parasitée, mais ce parasite n'a pu être récolté. Les pullulations de cette espèce sont parfois importantes.

Parlatoria zizyphi

Avec cette cochenille on aborde les espèces qui bien que marquant une préférence bien marquée pour les climats assez secs, sont susceptibles de se développer en zone présentant une période fortement pluvieuse avec, par conséquent un degré hygrométrique très élevé. C'est à Sikasso (Mali) que les peuplements les plus denses ont pu être observés, ainsi qu'à Parakou (Dahomey) autres localités à climat chaud et sec avec une courte saison pluvieuse.

Il semble que ce soient les conditions les plus favorables à la prolifération de cette espèce qui garde néanmoins la faculté de se développer en zone

beaucoup plus humide et même sous le climat de la forêt tropicale, mais alors en très faibles quantités. Il semble bien que le facteur humidité ait une influence prépondérante sur cette cochenille qui est d'autant moins abondante que l'humidité est élevée.

Son hôte préféré est le mandarinier.

Pseudaonidia trilobitiformis

Cette espèce, très polyphage, est largement répandue dans l'Afrique de l'ouest. Elle est fréquemment observée sur citrus dans la zone de forêt tropicale humide, mais toujours au nombre de quelques unités seulement. Toute comme *P. zizyphi*, ce type de climat semble pas lui convenir. Son aire de prédilection semble être les zones semi-arides. C'est en effet à Sikasso que les plus fortes peuplements ont pu être observés puis encore à Ferkassédougou (Haute Côte d'Ivoire) et à Sangalkam au Sénégal, mais en pullulation déjà bien moins importante dans cette dernière localité nettement plus humide que les précédentes dû à la proximité de la mer. Les orangers, pomelos (grape-fruit) et le pamplemoussier (au sens scientifique strict) sont les citrus les plus infestés.

Lepidosaphes beckii

Lepidosaphes gloverii

Avec ces deux cochenilles on aborde les espèces dont la pullulation est plus intense en région humide qu'en zone semi-aride, même si une saison pluvieuse assez intense s'installe tous les ans pendant 4 à 6 mois. Sous ces climats c'est *L. beckii* qui prédomine. Pendant les mois défavorables, cette espèce se fixe en des points bien arbitrés, notamment sur les fruits, autour du pédoncule, ou aux points de contacts avec une feuille, un rameau ou un autre fruit.

En zone de forêt dense très humide *L. gloverii* est la plus abondante. Cette dernière espèce marque une préférence pour les limes acides tandis que *L. beckii* se développe de préférence sur oranger et pomelo.

Unaspis citri

Cette espèce est bien spécifique des zones humides. Elle est absente de toute région présentant une saison sèche avec un abaissement important du degré hygrométrique. Les pullulations arrivent à être très importantes sur les arbres se développant dans les zones de forêt dense. Elle s'attaque à toutes les parties du végétal. Sur fruits elles prolifèrent relativement peu.

Elles peuvent être abondantes sur feuilles. Elles pullulent sur le tronc et les branches charpentières qui peuvent prendre une teinte blanchâtre due à la présence de multitude de follicules mâles.

Cette cochenille est fortement attaquée pendant la saison pluvieuse par un champignon du genre *Aschersonia*. Elle est également parasitée par un hyménoptère aphélinide mais le taux de parasitisme est relativement faible. Le critonnier, le bigaradier, le rough-lemon sont les citrus les plus attaqués. Le mandarinier reste pratiquement indemne.

Influence des facteurs climatiques sur l'écologie des cochenilles

3 facteurs sont à prendre en considération:

- la température
- l'humidité
- la pluviométrie

La température: En aucune région, les minima de températures ne sont suffisamment bas et de suffisamment longue durée pour constituer un facteur limitant. Même dans la zone sahélo-soudanienne, les températures minimales peuvent être de quelques degrés, mais s'élèvent rapidement et sont toujours supérieures à 20° dans la journée. Pendant ces périodes, le développement des cochenilles est tout au plus ralenti.

En période chaude les fortes températures atteintes rapidement après le lever du soleil et atteignant plus de 40° dans la journée, ont une action limitante sur le développement des insectes.

Les observations faites sur *A.citrina* ont montré que la ponte était arrêtée et que la mortalité des larves et des adultes était élevée.

Un phénomène de vie ralentie après dessèchement partiel de l'animal lui permet de traverser cette rude période. Ces conditions ne se rencontrent que dans la zone sahélo-soudanienne et sahélo-saharienne. Ailleurs les maxima de températures ne sont plus suffisants pour avoir une telle action aussi marquée. Tout au plus observe-t-on un ralentissement du développement des infestations. Les minima ne sont plus alors suffisamment bas pour avoir une influence quelconque sur les cochenilles.

Les températures constantes qui règnent dans la zone forestière sont particulièrement favorables à leur prolifération.

Humidité: Les minima régulièrement inférieurs à 10% avec des maxima ne dépassant pas 30% au mois de janvier dans la région sahélo-soudanienne et à

Bamako sont responsables de la très forte mortalité observée chez *A.citrina* à cette époque. La même action a également été observée chez *P.zizyphi* *P.trilobitiformis* à Sikasso.

Tout comme certaines espèces ne se développent pas dans ces régions très sèches, (*Unaspis citri*, *L.beckii* et *L.gloverii*) d'autres ne peuvent se maintenir sous un climat où l'humidité se maintient à saturation toute l'année (*A.citrina* - *P.zizyphi*). Dans la zone soudano-guinéenne, le degré élevé d'humidité existant pendant la saison pluvieuse entraîne la régression de certaines espèces, favorise les autres.

Pluviométrie: Il faut distinguer l'action propre de la pluviométrie de celle de l'humidité élevée qui l'accompagne. Les très fortes précipitations pluviométriques habituelles dans ces pays (des pointes de 2 à 3 mm à la minute ont été enregistrées) ont une action mécanique suffisamment forte pour détacher de la feuille les cochenilles nouvellement fixées. Pendant la période de pluies journalières, que ce soit presque toute l'année sous l'Equateur ou pendant le coeur de la saison pluvieuse ailleurs, les infestations ne peuvent s'établir et se développer.

Cela expliquerait les faibles proliférations de *L.beckii* au Gabon. Cela ne peut être le degré hygrométrique à saturation de façon permanente puisqu'à Porto-Novo, cette espèce se développe intensément sous un climat pratiquement aussi humide.

Les températures élevées, les faibles niveaux du degré hygrométrique, et l'intensité des précipitations pluviométriques semblent être les trois facteurs qui agissent le plus intensément sur le développement des cochenilles dans l'ouest africain. Il va de soi que chacune des espèces à ses caractéristiques propres et que l'action de ces facteurs sera différent pour chacune d'elle.

Les indications tirées de ces études manquent certes de précisions. Cela est dû au fait que les observations réalisées sur un aussi vaste territoire ne peuvent être que fragmentaires. Mais on s'efforcera de les augmenter chaque fois que cela sera possible.

NATIVE PARASITES OF *UNASPIS YANONENSIS* IN JAPAN

by

Y. MURAKAMI

Institute of Biological Control, Faculty of Agriculture
Kyushu University, Fukuoka, Japan

Unaspis yanonensis is the most serious pest of citrus in Japan. It had been introduced into Japan from abroad, perhaps from China, long before it was first recorded in 1907, and has since spread all over the citrus orchards in Japan. Although 18 species of native predators have been recorded in Japan, none is effective enough to regulate the scale population below an economic level under natural conditions. Accordingly, it has been controlled successfully by spraying of insecticides. The spraying, however, induces outbreaks of citrus red mite and other pests in citrus orchards, hence additional pesticidal treatments are required for control. If biological methods can be applied to control *Unaspis*, we shall be able to reduce the amount of pesticides sprayed in citrus orchards in Japan.

We found that *U.yanonensis* is attacked in Japan by the following 4 native parasites; i.e. *Aspidiotiphagus citrinus*, *Aphytis* sp., *Prospaltella* sp. and an undetermined species.

Among these, *A.citrinus* has been known in Japan as a parasite of *Aonidiella aurantii*, *A.taxus*, *Aspidiotus cryptomeriae*, *A.destructor*, *Pinnaspis aspidistrae* and *Quadraspidotus perniciosus*. It is a solitary endoparasite, and attacks both the female and male larvae of *Unaspis* at the early second stage. *Aphytis* sp. is an ectoparasite and attacks female and male larvae of *Unaspis* generally, but rarely adult females. *Prospaltella* sp. is a solitary endoparasite of the young adult female of *Unaspis*. And another species of undetermined endoparasite attacks only male larvae.

The per cent parasitism is generally low because these parasites have not adapted themselves to *U.yanonensis*. However, in all orchards in southern Kyushu and in some in northern Kyushu, relatively high parasitism was attained by *A.citrinus*. The parasitism ranged from 7.4 - 39.5% in female hosts and from 1.3 - 25.7% in males.

Even in southern Kyushu, the per cent parasitism is very low during the first host generation, but it increases gradually, until the third host generation when the increase becomes more rapid and a maximum is attained. However, the parasitism decreases again in the first host generation of the next year. Such discontinuity is due to poor adaptability of this indigenous parasite to the introduced host, *Unaspis*. *A.citrinus* cannot overwinter in *U.yanonensis* because the immature parasites die within the overwintering host. But it is able to survive in the other native diaspine scales such as *A.aurantii* and *Q.pernicious* on citrus or *A.taxus* on *Podocarpus* windbreak trees.

There may be two possible methods to utilize *A.citrinus* as biological control agent. The first one may be to plant *Podocarpus* trees for windbreak and to breed on there *A.taxus* as an alternative host for multiplying the parasite population in the orchard. The second one may be to release a great amount of the parasites mass-cultured in the insectary at a suitable time in spring to summer when the parasite is at low density in the orchard. To consider whether such methods may be promising or not, it is necessary to investigate the biological characters of the parasite.

H.Kajita, one of our collaborators, investigated the oviposition of the parasite. The duration of ovipositional activity was about 12 days. The average number of eggs laid by the parasite was approximately 68 per female, when the daily rate of oviposition was tested by providing a newly emerged female with suitable host scales every 24 hours. However, when the hosts were offered to the parasites from 5 days after their emergence, the average number of eggs laid was about 14, and when it was tested with the parasites of 9 days old, it was only 3 per female. This indicates that the oviposition of the parasites is greatly influenced by its age. A conclusion of this investigation is that it is very difficult to release a large number of newly emerged parasites in the orchard and that repeated release is needed during the first and second host generations for a successful control, because the duration of oviposition is much shorter than the period during which hosts at a suitable stage occur in the orchard.

It is difficult to rear *U.yanonensis* in the insectary. To mass-culture of *A.citrinus*, it is therefore recommended to rear on *A.aurantii*. At this point another problem comes up. It has to be checked whether the parasite cultured on *A.aurantii* will attack normally *U.yanonensis*. On the other hand it is also questionable whether the parasite emerged from *A.taxus* on *Podocarpus* windbreak trees will attack normally *U.yanonensis* when *A.taxus* serves as an alternative host. S.Ohga, another member of our group, is now testing the host preference of *A.citrinus*. From the results of preliminary tests of the last year, it was suggested that the adults of *A.citrinus* emerging from *A.aurantii* and *A.taxus* as well from *U.yanonensis* were restricted in their host preference. This indicates that the usefulness of utilizing the parasite through the two methods mentioned above may be doubtful.

In conclusion it is desirable to import effective parasites from China for a successful biological control of *U.yanonensis* in Japan. And it may be true in the Mediterranean districts in France where the scale insect invaded recently. I propose that the IOBC should send an expedition to China or establish contacts with Chinese entomologists.

Résumé

A côté de 18 espèces de prédateurs de *Unaspis yanonensis* toutes peu efficaces, quatre espèces locales de parasites se rencontrent sur cet hôte. Parmi elles, *Aspidiotiphagus citrinus* attaquant les très jeunes deuxième stades est le plus intéressant bien que mal adapté à son hôte. Le parasite subsiste dans les Diaspines locales, dont *Aonidiella taxus* LEON contaminant les *Podocarpus* utilisés comme brise-vent.

La biologie du parasite et la capacité qu'il présente de s'adapter à *Unaspis* depuis un hôte de remplacement conditionnent les méthodes d'utilisation pratique d'*A.citrinus* envisagées: création de zone refuge de multiplication avec les *Podocarpus* comme brise vent ou lâchers périodiques de parasites produits à cet effet en Insectarium.

La recherche de parasites nouveaux dans le pays d'origine d'*Unaspis* (Chine) devrait apporter une meilleure solution.

ESSAIS D'ELEVAGE D'*APHYTIS CHILENSIS* HOW. (Hym. Aphelinidae)

par

G. LIOTTA

Istituto di Entomologia Agraria dell'Università di Palermo* Italie

Aphytis chilensis HOW. est présent dans les vergers d'agrumes de la province de Palerme principalement sur *Aspidiotus hederæ* (VALL.). On peut le trouver aussi, mais en petites quantités sur *Chrysomphalus dictyospermi* (MORG.). Sur *A. hederæ* le taux de parasitisme est variable suivant la zone et le période de l'année. Ce taux ne descend jamais au-dessous de 2-3% et peut atteindre 100%. En particulier dans les vergers de citronniers examinés dans la zone de culture d'agrumes de Bagheria, ce taux est de 2-3% durant le printemps, il atteint en automne, 10-15%. Dans le champ d'essai du Parc d'Orléans, on a relevé un taux de 25% environ en automne; il était de 90 à 100% au printemps 1972 (avril-mai).

Dans la première zone, les vergers d'agrumes sont cultivés de façon intensive et soumis à des traitements continus de produits phytosanitaires; dans la seconde, au contraire, il s'agit de vergers d'essais qui ne sont traités que dans des cas d'extrême nécessité.

Dans la première zone, les infestations d'*A. hederæ* peuvent atteindre des niveaux préoccupants notamment en été-automne, tandis qu'au printemps, par suite des conditions atmosphériques défavorables comme de l'action des entomophages, les infestations sont toujours très limitées; dans la seconde zone,

*A cette note a collaboré l'étudiant G. BARBERA, qui prépare sa thèse de diplôme d'études supérieures dans cet Institut.

au contraire, durant n'importe quelle période de l'année la population d'*A. hederæ* est négligeable. Il existe donc probablement une relation étroite entre infestation et basse répartition d'*A. chilensis*.

Les motifs qui nous ont poussés à approfondir nos connaissances sur *Aphytis chilensis* HOW. sont:

- 1) une spécificité certaine vis-à-vis d'*A. hederæ*
- 2) l'importance d'*A. hederæ* dans certaines zones de culture d'agrumes de Sicile occidentale, même si durant ces dernières années cette diaspine n'a pas suscité d'excessives préoccupations.

Observations préliminaires sur la biologie d'*A. chilensis*

A. chilensis a été suivi dans les vergers pour observer son comportement biologique. Comme toutes les espèces du genre *Aphytis*, il s'agit d'un ectophage qui dépose ses oeufs normalement sur des jeunes femelles d'*A. hederæ*, mais il peut aussi les déposer sur des individus de second âge. Dans ce dernier cas, la larve réussit difficilement à trouver la nourriture nécessaire à son développement. Les oeufs sont déposés entre le bouclier et la partie dorsale du corps de la cochenille.

A la différence de certains autres *Aphytis* (par ex.: *A. melinus*), il dépose un seul oeuf par hôte. Les oeufs se développent parthénogénétiquement: le mâle, en effet, n'est pas commun. L'incubation dure de deux à cinq jours, la période larvaire de 8 à 10 jours en été, tandis qu'au cours des autres périodes, elle atteint 14 jours environ avec des pointes maximales observées en hiver de 18 jours. Deux jours avant de se transformer en pupes la larve élimine ses excréments. La pupes, grâce à sa couleur noire à peine transparente à travers le bouclier, permet de reconnaître facilement les cochenilles qui ont été parasitées par cette espèce. Le stade de pupes est le plus sensible aux variations d'humidité et de température; en effet, il est facile de remarquer un très fort pourcentage de pupes sèches, surtout durant l'été. La période pupale dure un peu plus que la période larvaire, c'est-à-dire 10 à 12 jours en été et, environ 20 en hiver. L'adulte pond après quelques heures et reste en vie jusqu'à 15 jours. Le cycle, en Sicile occidentale se déroule donc en une période qui va d'un peu moins d'un mois jusqu'à un mois et demi en hiver.

Elevage de l'hôte d'*A.chilensis*

Comme hôte d'*A.chilensis*, on a utilisé celui qui se trouve dans les vergers, c'est-à-dire *Aspidiotus hederæ* (VALL.). La lignée adoptée a été obtenue d'individus qui avaient été recueillis en vergers à la fin de 1969. Après un an et demi environ, grâce à une continuelle sélection, on a obtenu une lignée parthénogénétique. L'élevage d'*A.hederæ* a été effectué jusqu'à la première moitié de 1970 surtout sur *Citrullus vulgaris* (pastèque) dont les semences avaient été envoyées par C.BENASSY de la Station de Lutte Biologique d'Antibes.

La technique d'élevage a été celle de DE BACH & WHITE (1960) et adaptée par BENASSY & EUVERTE (1967). La pastèque a été abandonnée comme hôte pour deux raisons:

- 1) il n'était pas possible de l'utiliser 4 mois après sa récolte et il était de plus impossible également d'avoir une production échelonnée dans les conditions ambiantes des vergers siciliens d'agrumes;
- 2) la plus grande partie des adultes qui étaient prêts à pondre prenaient une couleur jaunâtre (ambrée), leur liquide devenait fluide, transparent et par la suite visqueux, et la mort intervenait.

On a donc utilisé les tubercules de pomme de terre et notamment toutes les variétés à écorce rugueuse. Ceci nous a permis d'avoir toujours à notre disposition un matériel disponible pour l'infestation. La durée d'une génération a été, à 25°C de température et 60-70% d'humidité relative, de 50 à 60 jours. Les tubercules sont placés sur des treillis rectangulaires superposables de 60 x 40 cm; dans les treillis supérieur on pose les tubercules avec les femelles pondeuses; dans ceux inférieurs, les tubercules à infester. L'infestation a lieu dans des armoires thermostatiques réglées aux conditions précédemment indiquées, accompagnées d'une photopériode pour favoriser la fixation des jeunes larves mobiles.

Elevage d'*Aphytis chilensis* HOW.

Les tentatives ont commencé en février 1972. On a placé des adultes provenant d'hôtes de vergers, dans des boîtes cylindriques en plastique de 700 cc. Le couvercle et le fond sont troués et recouverts par un grillage à mailles très fines pour favoriser l'aération. A l'intérieur, on a placé une pomme de terre recouverte d'individus de différents stades de la Cochenille. On a assuré l'alimentation des parasites par une très légère couche de miel étalée sur le grillage du couvercle et par de l'eau mise dans un petit tube

de verre cylindrique plein d'ouate de coton et fixé à travers un trou dans le couvercle; on a ainsi assuré une disponibilité d'eau continue. Ces boîtes ont été placées dans une armoire thermostatique maintenue à 25°C de température et 70% d'humidité relative. Les difficultés que nous avons eues et dont nous parlerons après, nous ont seulement permis d'obtenir deux générations, dont la durée a été de 28 jours pour la première et de 35 jours pour la seconde.

Difficultés observées dans les élevages

Dans l'élevage d'*A.hederæ* un des inconvénients a été la présence de *Planococcus citri* (RISSO) qui déterminait, par la présence du miellat, la rapide inutilisation des tubercules de pomme de terre. On a remédié à cet inconvénient en lavant les tubercules avec un jet d'eau ou bien en éliminant directement les individus avec du ruban adhésif passé sur la surface. *Planococcus*, depuis six mois ne constitue plus un problème.

Un autre inconvénient a été la présence d'acariens, surtout le *Glyciphagus* sp.: on les a éliminés en grande partie en lavant les tubercules déjà infestés par *A.hederæ* avec un jet d'eau. On est en train d'effectuer des essais pour une éventuelle utilisation des acaricides.

Un autre inconvénient a été constaté; il n'a pas toutefois eu une grande influence sur l'élevage; il s'agit de la marcescence des pommes de terre, due aussi bien à des blessures qui dans le milieu de chaleur humide étaient de facile voies d'accès de micro-organismes pathogènes, qu'à la présence devenue, en vérité, préoccupante, du Lépidoptère Gélechid *Gnorimoschema operculella* ZELL. Les difficultés que nous venons de rapporter sur l'élevage d'*A.hederæ*, surtout la présence des Acariens, ont eu une influence notable sur l'élevage d'*Aphytis chilensis* également. Toutefois ces difficultés ne suffisent pas à expliquer à elles seules celles rencontrées dans l'élevage de l'Aphelinide. On pense donc que le peu de résultats obtenus à ce jour peut être attribué au petit volume du milieu qui avait été choisi pour l'étude de la biologie de l'espèce en laboratoire. Cette hypothèse est soutenue

par le fait que d'autres *Aphytis* que nous avons élevés (*A. melinus* DE BACH^x) ne pondent pas dans les boîtes, mais seulement dans des volumes d'environ 45 décimètres cubes. Pour cette raison, on est en train d'essayer de multiplier *A. chilensis* dans ces cages.

Résumé

Après avoir traité de quelques observations réalisées en plein air sur la biologie d'*Aphytis chilensis* HOW. vivant aux dépens d'*Aspidiotus hederæ* (VALL.) sur les Agrumes en Sicile, l'auteur rapporte les essais d'élevage de l'Aphelinide sur une lignée parthénogénétique d'*A. hederæ* sélectionnée à Palerme et élevée sur pastèques et sur pommes de terre et les difficultés biotiques relatives à cet élevage.

Summary

Rearing experiments of *Aphytis chilensis* HOW. (Hym. Aphelinidae) After the discussion of some biological observations on *Aphytis chilensis* HOW. living on *Aspidiotus hederæ* (VALL.) in Citrus orchards in Sicily, the writer presents rearing experiments of *A. chilensis* on a parthenogenetic line of *A. hederæ* selected in Palermo and kept on *Citrullus vulgaris* and potatoes. The writer discusses the biological difficulties encountered in the rearing of *A. chilensis*.

Références bibliographiques

- BENASSY, C. et G. EUVERTE - 1967 - Perspectives nouvelles dans la lutte contre *Aonidiella aurantii* au Maroc (Hom. Diaspididae).
Entomophaga, 12 (5), pp. 449-459.
- DE BACH, P. et E. WHITE - 1960 - Commercial mass culture of the California Red Scale parasite, *Aphytis lingnanensis*,
California Agr. Expt. Sta. Bull., 770, 58 pp

^xCette espèce a été importée de Riverside (Californie) par l'Istituto di Entomologia Agraria dell'Università di Catania en 1964 et lâchée contre *A. aurantii* en Sicile orientale par INSERRA (1966).

En février 1970, on l'a trouvé en Sicile occidentale (province de Palerme), c'est-à-dire presque à 200 km de distance, et aujourd'hui, on la trouve normalement sur *A. aurantii*, même si le pourcentage est faible.

EUVÈRTE, G. - 1967 - L'insectarium de lutte biologique - Production massive d'*Aphytis* parasites de Cochenilles.

Al Awamia, 23, pp. 59-100 - Rabat.

INSERRA, S. - 1966 - Introduzione ed acclimatazione di due *Aphytis* (*A. melinus* De Bach ed *A. lingnanensis* Compere) parassiti ectofagi di alcune cocciniglie degli agrumi.

Tecnica Agricola, 18 (2), pp. 1-11 - Catania.

DATA ON THE BIOLOGICAL CONTROL OF CITRUS SCALES IN GREECE

by

LOUKIA C. ARGYRIOU

Benaki Phytopathological Institute Kiphissia, Athens, Greece

In this report I wish to present in a concise form some data on the status of citrus scale insects in Greece during the last two years.

The species *Aonidiella aurantii* Maskell, which is one of the most injurious scales in citrus, continues to be an important problem in some districts of the country, whereas *Chrysomphalus dictyospermi* Morgan has become less injurious and in some areas has disappeared almost completely.

As far as the parasites of the above scales are concerned, it is evident from the samplings carried out so far that the native parasite *Aphytis chrysomphali* has been almost completely replaced by *Aphytis melinus*. The latter was introduced in Greece in 1962 (DeBach and Argyriou, 1967).

The endoparasites *Comperiella bifasciata* How. (Hymenoptera: Encyrtidae) and *Prospaltela perniciosi* Tower (Hymenoptera: Aphelinidae), introduced during the last years, did not give the expected results, since their colonization in our country was not successful. On the other hand *Metaphycus helvolus* Compere which has been established long ago in Crete (Argyriou and DeBach, 1968) and in Peloponnessus (Argyriou, 1970), has also been successfully established in the olive end citrus orchards of Corfou island, parasitizing the black scale *Saissetia oleae* Bern.

Recent developments in the infestation of citrus by scale insects*Aonidiella aurantii*

This scale insect is observed in several districts of the country, occasionally in high levels of population density, depending on locality and season of the year. The degree of infestation, however, is not as serious as it was in the past, before the introduction of the parasite *A. melinus*. From the samplings carried out in Argolis area, Peloponnesus in 1971 and 1972 (Table I) i.e. in years of an outbreak of red scale, the following trends were noticed: whereas the red scale population density was about 4 individuals per leaf during the first months of 1971, it increased to 6 per leaf in the summer and eventually fell to 1-2 in 1972.

Table I Population of *A. aurantii* in Argos*

month	total number per 800 leaves	number of adults	% of nymphs	% of parasites
March 1971	3,452	15,6	78,2	6,2
May	3,296	29,2	63,7	7,1
June	5,138	12,1	79,7	8,2
July	5,136	5,2	83,5	11,3
August	5,580	11,8	80,0	8,2
September	5,139	2,9	85,0	12,1
October	4,218	19,1	70,1	11,8
November	3,810	18,0	71,0	10,2
January 1972	1,720	15,1	73,6	11,3
March	830	12,2	79,0	8,8
May	919	18,2	62,6	19,2
June	1,210	11,7	73,2	15,1
July	1,013	6,8	80,7	12,5
August	1,310	10,2	74,7	15,1

*Sampling from 100 trees out of a total of 2000 in the orchard; eight leaves per tree were collected at random.

The percentage of parasitized individuals is constantly increasing since 1971. It is apparent that a negative correlation exists between population numbers, i.e. the population of red scale is decreasing as the parasitism is going up. This parasitism is almost exclusively due to the introduced parasite *A. melinus*.

Chrysomphalus dictyospermi

The population of this insect, which was the most important pest of Citrus in the past, has been reduced to very low levels and in some areas has almost disappeared, since the introduction and the subsequent colonization of *A.melinus*. More specifically, in Attica *C.dictyospermi* was up to 1965 the most injurious among Citrus scales, whereas during the last few years it has been controlled so well that it is now very difficult to find. From sampling made in Kiphissia during 1971 and 1972 on 50 well distributed citrus trees it is evident that the population of this scale is kept at very low levels (Table II). The same phenomenon is observed in Tyrins (Argolis, Peloponnessus)(Table III), where the population ratio between *C.dictyospermi* and *A.aurantii* is 1:99. It is noteworthy that according to the data collected in 1960⁽¹⁾, i.e. two years before the introduction of *A.melinus*, this ratio was 40:60.

Tabel II Population of *C.dictyospermi* in Kiphissia^{*}

month	Number of scale per 400 leaves
March 1971	5
July	20
October	29
January 1972	0
March	5
June	12

^{*}Sampling from 50 trees distributed all around Kiphissia; eight leaves per tree were collected at random from the periphery of the canopy.

Nevertheless, a population of *C.dictyospermi* at considerably high levels was found in Achaia County not on Citrus but on several species of ornamental plants. The reason for this exceptional occurrence is not clear yet.

(1) Unpublished results in file at Benaki Phtyopathological Institute.

Table III Population of *C. dictyospermi* and of *A. aurantii*
in Tyrins**

month	<i>C. dictyospermi</i>		<i>A. aurantii</i>	
	per 800 leaves			
	number of scales	%	number of scales	%
March 1971	0	0	120	100
July	5	0,6	803	99,4
October	18	2,1	719	97,9
January 1972	3	1,3	218	98,7
March	1	0,5	180	99,5
June	2	1,0	198	99,0

**Sampling from 100 trees; eight leaves per tree were collected at random from periphery of the canopy.

Saissetia oleae (Bern.)

Black scale continues to be one of the most important problems of olive and citrus orchards in our country. Attempts for biological control of this scale started in 1962 (Argyriou and DeBach, 1968) when the endoparasite *Metaphycus helvolus* Compere was introduced and released in Chania, Crete, and Troesenia Peloponnessus, in areas with important olive and citrus orchards and recently in Corfou island. In all of the above areas colonization and wide dispersal of the parasite has been obtained. In Corfou island, for example, 2000 adults of *M. helvolus* were released in April 1968 and 500 adults in June 1969 at Doucades area. In November 1969, recoveries in limited numbers were obtained only in the release area and not elsewhere in the island. However, in samplings carried out in 1970, *M. helvolus* was found in abundance on olive leaves and twigs infested with black scale not only in Doucades but also in other areas, as in Paleokas-tritsa at a distance of about 4 kilometers from the release area. From samplings made in November 1971, it was ascertained that *M. helvolus* had been spread widely in the central and north part of the island. Recoveries from the southern areas of Corfou island have not been obtained yet. The parasite has also been recovered from citrus trees growing within the limits of Corfou city.

From the various samples examined it became evident that *M. helvolus* coexisted with *M. flavus* How., known as the prevailing native parasite of black scale in Corfou island. From the samplings made so far no data have been obtained showing a replacement of the native parasite (*M. flavus*) by the introduced of *M. helvolus*.

Competitive displacement of species of the genus *Aphytis*

As soon as the parasite *Aphytis melinus* was established in our country (DeBach and Argyriou, 1967) it found itself competing with the native *A. chrysomphali*. This competition continued during the next years (Argyriou, 1969). From the data of Table IV representing the percentages of parasitism by the two above mentioned parasites in various citrus growing districts of the country, the following conclusions can be drawn for 1970 and 1971. In most areas the parasitism of *A. melinus* on *A. aurantii* was exceptionally high (98-100%). Only in the areas of Corfou, Aegion and Aghios Nikolaos, Crete, the native *A. chrysomphali* was found parasitizing the red scale at percentages varying from 5 to 15%.

Table IV Displacement of *Aphytis chrysomphali* by *A. melinus**^x

Area	1970		1971	
	<i>A. chrysomphali</i> per cent	<i>A. melinus</i> per cent	<i>A. chrysomphali</i> per cent	<i>A. melinus</i> per cent
Saronic				
Gulf Coast	2	98	4	96
Corinth				
Gulf Coast	15	85	8	92
Argos	-	100	trace	99
Kalamata	trace	99	-	100
Aegion	5	95	3	97
Troejenia	trace	99	trace	99
Crete				
Gerani	trace	99	0	100
Alikianos	trace	99	trace	99
Mallia	0	100	0	100
Aghios Nikolaos	5	95	7	93

*Data obtained by collecting samples of *A. aurantii* from unsprayed citrus trees in the field and counting the pupae found at the time of sampling and rearing them in the laboratory.

Introduction of new parasites

Though *A. melinus* gave good results on *A. aurantii*, this scale is still able to appear locally in large numbers, as mentioned above. For that reason it was considered advisable to introduce the endoparasites *Prospaltella perniciosi* Tower (Hymenoptera: Aphelinidae) - red scale strain - and *Comperiella bifasciata* How. (Hymenoptera - Encyrtidae).

The first import was made in April 1969 from Riverside, Cal. (U.S.A.) and *P. perniciosi* was released in Troesenia, Peloponessus and in Kiphissia, whereas *C. bifasciata* was released in Botanikos, Athens.

Unfortunately, recoveries of these two parasites were not obtained. A second import of *C. bifasciata* adults was made in March 1972 from Antibes, France. The insects were released in Nauplion area (Argolis, Peloponessus). We do not know for sure yet whether this endoparasite has been established or not; recoveries have not been obtained in samplings from the above area.

Bibliography

- ARGYRIOU, L.C., 1969. - The Status of Biological Control of *Saissetia oleae* (Bern.) in Greece. Paper presented to the 8th F.A.O. Meeting on the control of the Olive Pests, held in Athens, Greece. May 8-12.
- ARGYRIOU, L.C., 1970. - Les Cochenilles de Citrus en Grèce. Rapport, présenté à la 1er Réunion du "Groupe de Travail Cochenilles des Agrumes". Rabat-Maroc Oct. 1970.
- ARGYRIOU, L.C., P. DeBACH, 1968. - Establishment and spread of *Metaphycus helvolus* (Compere) (Hym. Encyrtidae) in olive groves of Greece. *Entomophaga* 13 (3): 223-228.
- DeBACH, P., L.C. ARGYRIOU, 1967. - The colonization and success in Greece of some imported *Aphytis* spp. (Hym. Aphelinidae) parasitic on citrus scale insects (Hom. Diaspididae). *Entomophaga* 12 (4): 325-342.

STUDIES ON APHELINID PARASITES AND THEIR HOSTS, CITRUS DIASPINE
SCALE INSECTS, IN CITRUS ORCHARDS IN THE AEGEAN REGION

by

M. TUNÇYÜREK and C. ÖNCÜER

Plant Protection Institute, Bornova-IZMIR, Turkey

Introduction

Citrus is one of the main agricultural products exported from the western part of Turkey. Tangerine is the most common one. Almost 2,5 million tangerine trees are planted in this district.

Diaspine scale insects are the most common pests in citrus orchards in western Turkey. *Aonidiella aurantii* Mask., *Aonidiella citrina* (Coq.) and *Chrysomphalus dictiospermi* Morg. being the most important species. Since 1966 the possibilities for biological control of these pests have been studied. It has been proven that two Aphelinid parasites are rather effective against the Citrus Diaspine scale insects in citrus orchards in western Turkey. They are very common all over the Aegean region. The ectoparasite, *Aphytis melinus* DeBach was first observed in late 1967 in western Turkey where it was supposed to be introduced from neighbouring countries such as small Greek islands. An endoparasite, *Aspidiotiphagus citrinus* Craw. is encountered since 1968. In the last 3 years several attempts were made to establish a colony of *Aphytis lingnarenensis* Comp. in citrus orchards. For this more than 100.000 adults were released, so far without success.

Table I. Relative importance of females in a citrus diaspin scale population (living, dead and parasitized) at Izmir-Gümüŝsu (1970 and 1971)

Date	Female scales on lower side of the leaves											
	<i>C.dictiospermi</i>				<i>A.citrina</i>				<i>A.auranti</i>			
	Liv.	Dead	Am.	Ac.	Liv.	Dead	Am.	Ac.	Liv.	Dead	Am.	Ac.
20.11.1970	-	4	5	23	102	11	3	1	4	8	-	8
29.12.1970	-	-	1	5	51	13	-	1	2	15	-	6
28. 1.1971	2	42	29	24	133	14	6	1	27	66	1	9
1. 3.1971	8	55	9	19	72	2	2	2	20	124	-	5
16. 3.1971	11	44	12	37	74	13	1	2	10	82	-	2
31. 3.1971	200	99	22	35	77	17	-	-	20	136	-	4
16. 4.1971	193	108	9	35	40	3	2	-	32	90	3	10
30. 4.1971	132	143	31	37	62	6	-	-	26	81	2	5
14. 5.1971	14	168	16	33	154	-	-	-	93	162	-	21
31. 5.1971	-	136	8	23	115	4	4	1	79	119	1	8
16. 6.1971	-	138	2	26	112	4	-	-	48	118	-	10
19. 6.1971	73	111	2	40	155	6	-	1	42	115	-	21
13. 7.1971	86	72	8	16	109	8	-	1	46	67	-	11
18. 7.1971	33	93	13	11	212	3	1	0	27	65	2	9
11. 8.1971	32	85	15	6	201	14	-	-	10	43	-	5
24. 8.1971	58	167	22	30	175	16	-	-	73	64	-	7
7. 9.1971	34	55	29	18	91	-	-	-	18	40	-	2
21. 9.1971	76	129	84	19	206	31	1	-	59	67	2	10

Liv.: Living

Am.: *A.melinis*

Ac.: *A.citrina*

Experimental studies

The experimental studies on the effectiveness of the two Aphelinid parasites and on the population fluctuations of citrus Diaspine scale insects were carried out in two different citrus growing areas around Izmir in 1970-1971 and 1972.

A. Studies on Diaspine scale insects

1. At Izmir-Gümüŝsu

In the autumn of 1970 first and second stage larvae were predominant in the population of scale insects in citrus orchards which were located on the sea shore. Few active larvae were observed till the late autumn. Second stage larvae showed high mortality. *A.citrina* was the predominant species (Table I). In 1971, scale insects passed in general the winter as second stage larvae, but first stage larvae and adult females were observed in small numbers. Second stage larval mortality was very high in winter (up to 50%). In late April, almost all the second stage larvae were parasitized. In late March, females and males were dominating. The first active larvae were observed in the middle of May, and they reached their maximum at late May. All along the spring *C.dictiospermi* seemed the dominant species. At this time, the highest mortality among adults of *C.dictiospermi* and *A.aurantii* was recorded (Table I). All along the summer parasitization and mortality was high in second instars. This parasitization was mainly due to the activity of *A.citrinus*. *A.melinus* was active on females of *C.dictiospermi*. In late July, the active larvae increased in numbers. In late October and early November of 1971, active larvae were observed in small numbers, mostly under the females of *A.citrina* which was predominant in autumn (Table II). Thus, a third generation of *A.citrina* can be found. In the autumn of 1971, *A.citrinus* and *A.melinus* were effective on the second instar and adult females of Diaspine scale insects respectively. As mentioned earlier, citrus Diaspine scale insects pass the winter mainly as second stage larvae. High mortality is recorded in this stage, especially among the specimens on the upper side of the leaves. From the beginning of April especially females of *C.dictiospermi* begin to increase in numbers. But during late spring, parasitization rate strongly increased in the adult stage of this species (up to 40%), consequently almost no female of *C.dictiospermi* was recorded during early summer.

Table II. Relative importance of females in a citrus diaspin scale population
(living, dead and parasitized) at Izmir-Gümüşsu (1971 and 1972)

Date	Female scales on lower side of the leaves												Female scales on upperside of the leaves														
	<i>C. dictiospermi</i>				<i>A. citrina</i>				<i>A. aurantii</i>				<i>C. dictiospermi</i>				<i>A. citrina</i>				<i>A. aurantii</i>						
	Liv	Dead	Am	Ac	Liv	Dead	Am	Ac	Liv	Dead	Am	Ac	Liv	Dead	Am	Ac	Liv	Dead	Am	Ac	Liv	Dead	Am	Ac	Liv	Dead	Am
4.10.1971	10	78	18	8	63	11	22	2	18	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
20.10.1971	24	86	13	6	147	36	86	7	40	8	-	-	10	14	7	2	10	8	20	-	25	10	1	-	-	-	
2.11.1971	11	56	41	7	101	60	30	-	9	8	-	-	2	16	8	2	3	2	8	-	19	9	-	-	-	-	
24.11.1971	7	87	79	17	88	28	-	-	10	2	-	-	1	23	28	5	14	5	-	-	26	10	-	1	-	-	
8.12.1971	2	62	53	6	81	28	-	2	14	9	-	-	-	13	19	1	7	1	-	-	15	16	-	2	-	-	
7. 1.1972	6	61	64	4	60	36	1	1	15	12	-	-	1	7	11	2	-	6	-	-	4	9	-	-	-	-	
8. 2.1972	3	44	42	2	55	54	-	-	7	9	-	-	2	22	7	1	3	6	-	-	3	9	-	1	-	-	
13. 3.1972	3	61	63	12	56	76	-	1	6	11	-	-	1	6	3	1	6	4	-	-	-	3	-	1	-	-	
27. 3.1972	4	47	52	4	29	64	4	-	7	17	-	1	1	5	4	1	-	4	1	-	1	1	-	-	-	-	
10. 4.1972	153	55	55	3	44	79	2	1	2	10	-	-	1	4	2	-	-	4	-	-	-	5	-	-	-	-	
23. 4.1972	84	58	48	6	105	76	1	-	11	8	-	-	1	5	2	-	2	7	-	-	3	4	-	-	-	-	
8. 5.1972	30	82	25	4	162	66	2	3	11	2	-	-	4	1	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
22. 5.1972	3	62	28	27	135	65	3	-	14	4	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5. 6.1972	2	34	20	16	99	69	-	5	12	2	-	-	-	-	-	-	-	3	-	1	2	1	-	-	-	-	
19. 6.1972	7	20	13	25	75	55	2	9	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	
4. 7.1972	96	49	18	22	134	36	4	6	1	-	-	-	17	2	-	-	5	1	-	-	4	-	-	-	-	-	
19. 7.1972	21	27	35	7	172	29	8	7	1	-	-	-	7	1	14	5	33	1	-	-	3	-	-	-	-	-	
2. 8.1972	26	23	27	10	94	31	5	4	2	-	-	-	3	2	10	8	32	1	1	-	13	2	-	-	-	-	
15. 8.1972	32	18	12	11	131	32	1	6	-	-	-	3	2	8	3	34	1	4	20	-	-	-	-	-	-	-	

Liv: Living; Am: *A. melinus*; Ac: *A. citrina*

In 1972, the first active larvae were recorded during early May, they reached a peak in early June (22% of the whole population). All along summer, *A.citrina* was predominant. Until the end of the summer, an increase in the parasitization rate of females of *C.dictiospermi* was recorded. Both *C.dictiospermi* and *A.citrina* females prefer the lower side of the leaves. The parasitization rate on this side is higher than on the upper side of the leaves. *A.aurantii* is found more on the upper side of the leaves, especially in August (Table II). In the middle of summer when the second stage larvae are predominant, high mortality was recorded (50%). *A.citrinus*, which is the most important parasite of the second instars of the scale insects, was more active on the upper side of the leaves. In 1972 the amount of active larvae begins to increase in late July and reaches a maximum in early August. High mortality and parasitization mainly occurred in second instar in early autumn.

2. At Izmir-Bornova

In late autumn of 1970 when the proportion of *A.citrina* females became high, the number of active larvae increased relatively. In 1971 citrus Diaspine scale insects passed the winter in general as second instars and high winter mortality was recorded in this stage. In the middle of April, male and female scales were dominant and among these *C.dictiospermi* was the most numerous.

All along the spring *A.citrinus* was the main parasite of second stage larvae. The first active larvae appeared in the middle of May in 1971. By this time highest mortality occurred in the female stage of *C.dictiospermi* and *A.aurantii* whereas the proportion of living females of *A.citrina* was relatively high (Table III). In June and July first and second stage larvae builded up to high populations. In late July, active larvae increased in numbers again and *A.citrina* became the dominant species of citrus Diaspine scale insects (Table III). From the beginning of September second stage larvae were mostly found in the scale population and a high mortality was recorded. The parasitization which was very low during summer, increased rapidly in early autumn. The majority of the second stage larvae was parasitized by *A.citrinus* whereas *A.melinus* was the main parasite on females (*C.dictiospermi* mainly).

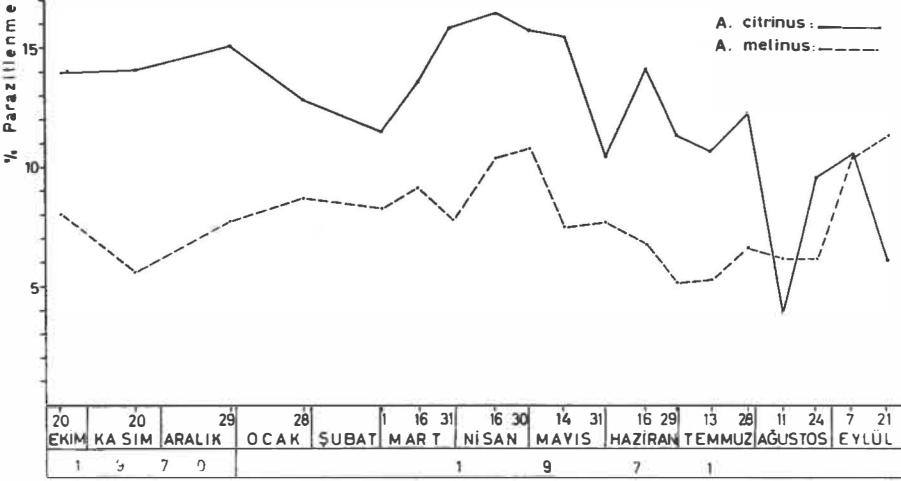


Fig. 1. Rate of parasitism in a citrus Diaspine scale population (Izmir-Gümüşsu, 1970 and 1971).

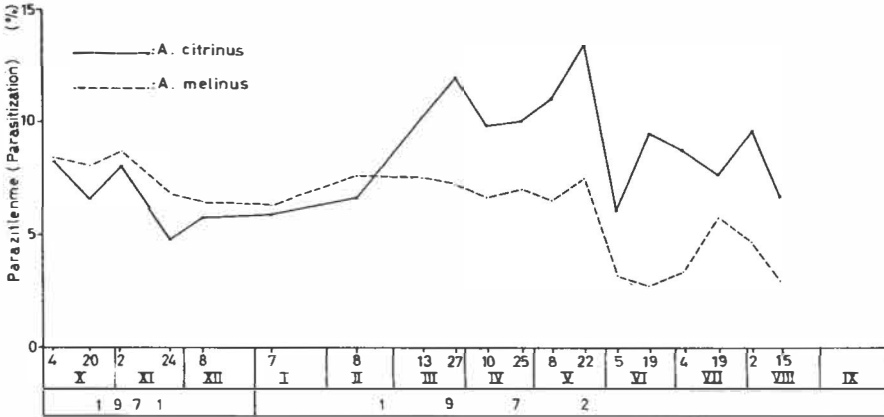


Fig. 2. Rate of parasitism in a citrus Diaspine scale population (Izmir-Gümüşsu, 1971 and 1972).

Citrus Diaspine scales passed the winter as second instars mainly and high winter mortality is recorded in this stage on both sides of the leaves. In late April, male and female scales begin to increase in numbers, male scales were predominantly found on the upper side of the leaves. Active larvae were recorded in small numbers in early May, they reached a maximum during the first two weeks of June. At that time *A.citrina* females were dominant, whereas a large proportion of *C.dictiospermi* females was parasitized (Table IV). In late June and July, second stage larvae increased in numbers especially on the upper side of the leaves. A noticeably high mortality and parasitization was evident in this stage.

In late July, active larvae begin to increase in numbers and *A.citrina* females were the most common. In August, the proportion of *A.aurantii* females was slightly higher on the upper side of the leaves and scale insects were mostly in the first and second larval stage.

B. Studies on aphelinid parasites

1. On *Aphytis melinus* DeBach

a) At Izmir-Gümüşsu

As shown in Figure 1 the parasitism by *A.melinus* reached a minimum of 5.1% (in late June) and a maximum of 11% (in late September) in 1971. The lowest *A.melinus* activity was recorded in early summer when first and second stage larvae of the hosts were dominant.

In 1971, *A.melinus* passed the winter in almost every developmental stage, although mainly as larvae and pupae. The active parasitism seemed to take place on adult females. In winter, pupal mortality was greater than that of any other stage. The highest mortality in the pupal stage took place in March. A slow down in the development was noticeable in winter.

A.melinus preferred females and of these especially *C.dictiospermi*. This was evident particularly in early autumn (Table I).

In 1972, the parasitism by *A.melinus* reached a minimum of 2.7% (in late June) and a maximum of 7.6% (in early February). The *A.melinus* activity was reduced during the reproduction period of the host scales (Fig.2). Larval and pupal stages were dominant in winter. Great mortality was recorded in the pupal stage especially in March.

In early spring *A. melinus* attacked male prepupa and pupa mainly which were then dominant in the scale population. No egg of this parasite was found until early July. *C. dictiospermi* was the preferred host but *A. citrina* was attacked in small numbers too.

From these periodical observations, the exact number of generations of *A. melinus* during the year, was hard to establish, but at least eight generations must have developed.

b) At Izmir-Bornova

At Bornova, which is 10 km far from the shore, the results obtained were slightly different. As shown in Figure 3, in 1971 the parasitism by *A. melinus* reached a minimum of 0.7% (in late June) and a maximum of 5.9% (in late October). On the observation dates during the spring (1971) no active parasitism was recorded, but in early July, an increase in the population of *A. melinus* took place. Pupal mortality was evident all throughout the year as well as a low larval mortality that was noted during autumn.

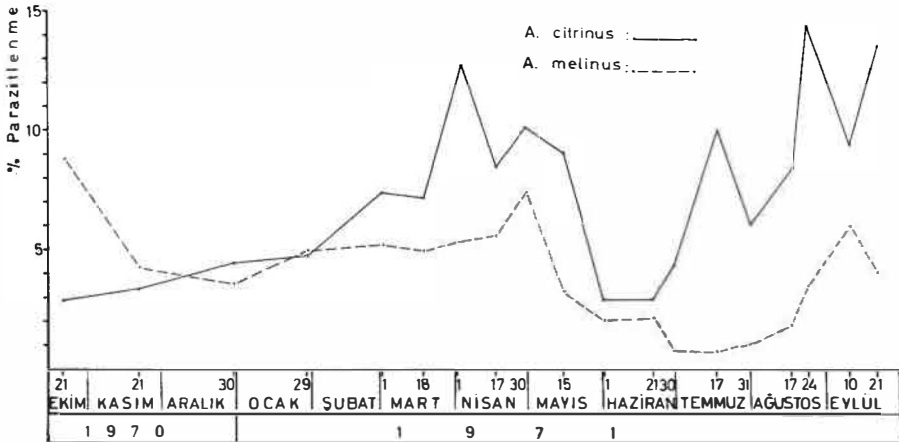


Fig. 3. Rate of parasitism in a citrus Diaspine scale population (Izmir-Bornova, 1970 and 1971).

In 1971, in citrus orchards at Bornova where *A. aurantii* was predominant, *A. melinus* activity on *C. dictiospermi* females was also low. But in the early summer, its activity began to increase on this species.

In 1972, the parasitism by *A. melinus* was between 1 (in late June) and 4.9% (in late April) in Bornova (Fig. 4). *A. melinus* activity was low in winter. It started to increase in early June. *A. melinus* attacked especially the second larval stage of the hosts in summer and autumn, but it controlled adult female population of *C. dictiospermi* successfully all throughout the year (Table IV). *A. melinus* is more active on the lower side of the leaves, where the females of the host scales are mainly located. Mortality was most important in pupal stage.

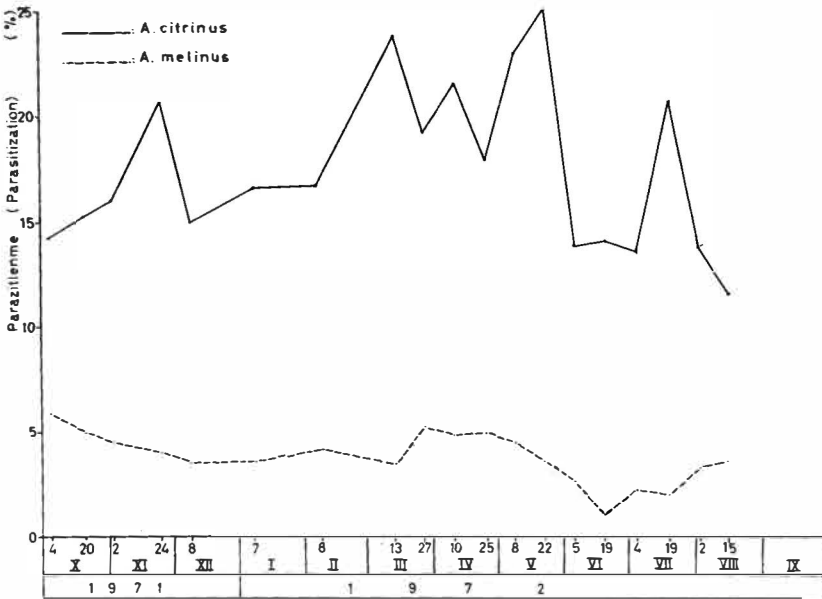


Fig. 4. Rate of parasitism in a citrus Diaspine scale population (Izmir-Bornova, 1971 and 1972).

2. On *Aspidiotiphagus citrinus* (Craw.)

a) At Izmir-Gümüşsu

A. citrinus' activity decreased considerably in Gümüşsu during 1971. As shown in Figure 1, the parasitism by this species attained a minimum of 3.8% (in early August) and a maximum of 16.3% (in mid-April). In winter all developmental stages were found, but larval and pupal stages were dominant. The highest mortality was noted in the larval stage and reached a peak in late March. It parasitized actively the second stage larvae of the scales in winter and spring. In this developmental stage of the hosts, its activity reached the highest point (32%) in late March. It also attacked the females of the scales, in particular *C. dictiospermi* (Table I).

In 1972, *A. citrinus* passed in general the winter in the larval and the pupal stage. It was recorded mainly in second instar larvae of the scales. Mortality was high in the larval stage, this was considerably less in the pupal stage. The highest mortality was observed in March. The adult parasitism by *A. citrinus* occurred mainly in *C. dictiospermi* females (Table II). Its activity was higher on upper side of the leaves where the second stage larvae of the hosts were dominant. As shown in Figure 2, the parasitism by *A. citrinus* reached in 1972 a minimum of 5.9% (in early January) and a maximum of 13.4% (in late May). It is noteworthy that its activity decreases year by year.

b) At Izmir-Bornova

A. citrinus' activity has increased considerably at Bornova during 1971. In fact, as shown in Figure 3, the parasitism by this species was at a minimum of 2.8% (in late June) and at a maximum of 21% (in late November). Larval and pupal stages of this parasite were recorded in winter. Low mortality was noted all throughout the year, this mortality occurs mainly in the larval stage. Its population begins to increase suddenly in April, but decreases again rapidly in June. It attacks preferably second instar larvae of the hosts.

A. citrinus' activity increases even more during 1972. The parasitism by this species was then at a minimum of 13.6% (in early July) and at a maximum of 25.1% (in late June) and remained stable until mid-August (Fig. 4). *A. citrinus* passed the winter mostly in the pupal stage. In 1972 mortality was higher and occurred mainly during the larval stage in early March. *A. citrinus* activity was especially noticeable in the second larval stage of

the hosts but attacked also the females of the scales. In 1972, adult parasitism by this species was recorded in *A.citrina* as well as in *C.dictiospermi*.

Discussion and conclusion

After two years of experimental studies on citrus Diaspine scale insects, a considerable reduction in their population density was recorded in citrus orchards in western Turkey. This was especially evident among the *C.dictiospermi* populations. This could be due to the successful parasitism by *A.melinus* and *A.citrinus*. Studies showed that both parasites preferred *C.dictiospermi*. Adult parasitism was high on this scale whereas a rather low parasitism was noted on *A.citrina* females. *A.aurantii* presents a special problem since the body of the female is not free beneath the scale cover. The same case is true for *A.citrina*. But adult females of *A.aurantii* seemed more immune to attack through the parasites. In fact DeBach (1969) states that *Aphytis* species have only chances to parasitize *A.aurantii* in the young adult stage and he also notes that they do not oviposit in a host unless its body is free beneath the scale. Therefore Armored scale insects are not susceptible to their attack during molting periods, as their body becomes then attached to the scale covering. Benassy and Euverte (1970) remark that *Aphytis*' efficiency in Maroc is almost complete against *C.dictiospermi* which disappeared from the citrus orchards in the first year following the introduction of *Aphytis* spp. These authors also note that until now *Aphytis*' efficiency against *A.aurantii* remained uncomplete and that *Aphytis* parasitizes more on *C.dictiospermi* adults. Chances of parasitizing *A.aurantii* adults are low. The same was found in Sicily (Inserra, 1970).

In our observations, an increase was observed in the *A.citrina* populations during 1971 and 1972. The reason could be that a very low parasitism and mortality occurred at the adult stage. A high mortality (50%) in the adult stage was only recorded in late May, 1972. The rate of mortality was then very high in *C.dictiospermi* and *A.aurantii*. In fact, McLaren (1971) states that in Australia *A.citrina* multiplied more rapidly than *A.aurantii* and that delayed mating caused a high initial mortality in *A.aurantii*. But the same author notes also that the upper lethal temperature was identical for both *A.aurantii* and *A.citrina*. The highest mortality was observed in the second stage larvae of the citrus Diaspine scale insects all through the year. They usually passed the winter in the second larval stage.

In experimental studies, *A.citrina* was found to be the dominant species in all citrus orchards. Along with it, *C.dictiospermi* and *A.aurantii* were of importance at Gümüşsu and Bornova. Two distinct periods of crawler production were observed; at the end of May and July during 1971 and during 1972. Also in the same periods, there was an increase of the adult population. Active larva were observed at the end of autumn. Although in very small numbers. This led us to the conclusion that there are two distinct generations a year and that there might be possibly a third generation of *A.citrina*. Second and first stage larvae, respectively are predominant during winter months and mortality was highest in the second larval stage all throughout the year.

A.citrinus parasitizes most effectively male prepupa, pupa and second stage larvae of the hosts, but *A.melinus* is most effective on females. The highest parasitism is observed during autumn months. Scale insect population was observed only in the lower side of the leaves of trees in the citrus orchards. Infection is very low on fruits.

During 1971 and 1972 studies were carried out on *A.melinus*. At Izmir-Gümüşsu, this parasite which produces at least 8 generations per year, spends the winter in every developmental stage but mainly as pupae. Mortality is highest in the pupal stage and reaches a maximum during March. This can be related to the high general mortality of the host scale insect population at this time of the year. But, in his study on *A.lingnanensis* DeBach (1965) states that a noticeably higher pupal mortality of parasites was found during late winter and early spring. Temperature extremes observed in winter and spring of 1972 might be a reason for the reduction of the effectiveness of *A.melinus*. In 1971 and 1972 the lowest activity of *A.melinus* was found in June. The very low female population of *C.dictiospermi* might be the cause of this decrease. Activity of *A.melinus* which is lower in summer months, reaches a maximum during September. *A.melinus* attacks mainly the adult stages of the host scales. The activity of *A.melinus* was twice as high at Izmir-Gümüşsu as compared to Izmir-Bornova. But from year to year there is a gradual decrease in the activity of *A.melinus* in both places. During 1971 and 1972, the degree of effectiveness was calculated and the population fluctuations of *A.citrinus* were noted. In general, this Aphelinid species, which prefers the second stage scale insects, is also effective on the adult females (especially on *C.dictiospermi*). Its activity on *A.citrina* females increased particularly during

summer months of 1972. Each year, the activity of *A.citrinus* increased at Bornova (25% in 1972), while a gradual decrease is noted at Gümüşsu. This parasite spends the winter in the larval or the pupal stage and the highest mortality is found in the larval stage during March. Its activity is at a minimum during June and July.

We can conclude that both *A.citrinus* and *A.melinus* prefer *C.dictiospermi* and *A.citrina* to a lesser extent. Activity of both of these parasites on *A.aurantii* is limited and concerns only the second stage larvae. *A.melinus* is predominant at Gümüşsu but at Bornova *A.citrinus* is more active. The decrease in activity of *A.melinus* in both these regions from year to year demonstrates the fact that the two Aphelinid species are competing for the same hosts. As *A.citrinus* parasitizes especially the second stage larvae of the host scales, little chances are left for *A.melinus*, which parasitizes mainly the adults. Flanders (1971) emphasises that when an ectoparasite and an endoparasite compete for the same host population, the former replaces largely the latter when the density of the host is high. However, after the ectoparasite has reduced the host population to a low density the opposite is true, the endoparasite being more numerous. In this case, *A.citrinus* is considered an important parasite when the scale population is low in citrus orchards of the Aegean Region. The past two year studies showed that there should be a relation between the decrease in population of Diaspine scales and the reduction of the parasite activity in citrus orchards. And this point seems to demonstrate that the parasites were effective. As a matter of fact, DeBach (1965) states, that it may occur that a host insect species and its parasite are rare in a climatic zone optimal for both if the parasite is intrinsically effective. Whereas if the parasite species is an intrinsically ineffective one, then the host may become abundant and the parasite more or less common, depending on its degree of ineffectiveness.

Résumé

Les travaux faits sur les agrumes dans la région Egéenne pendant les années 1971-1972 ont montrés que *Aonidiella citrina* (Coq.), *Aonidiella aurantii* Mask., et *Chrysomphalus dictiospermi* Morg. sont des importants ravageurs dans notre région. Ils ont au moins deux générations par an et hivernent en état larvaire, au premier et deuxième stade. La mortalité naturelle est la plus élevée pendant les mois d'hiver.

Les populations de cochenilles diaspines diminuent d'une façon régulière dans cette région. Ceci est dûe aux parasites *A.melinus* et *A.citrinus*. Ces parasites préfèrent *C.dictiospermi* et par conséquent on note une diminution régulière de la population de *C.dictiospermi*.

En générale, *A.melinus* parasite les adultes et *A.citrinus* les deuxième stades larvaires des cochenilles.

Durant les deux dernières années on a noté une augmentation de l'activité d'*A.citrinus*. Par exemple, en 1972 *A.melinus* montrait une efficacité de 7.6% à Gümüşsu (IZMIR) et de 4.9% à Bornova (IZMIR) tandis que *A.citrinus* montrait une efficacité de 13.4% et de 25% aux mêmes endroits.

On peut dire que dans les vergers d'agrumes de la région Egéenne les cochenilles d'agrumes sont maîtrisées par *A.melinus* et *A.citrinus*.

D'ailleurs durant les deux dernières années dans les vergers où on ne fait pas des traitements avec des produits chimiques (huiles blanches) les cochenilles d'agrumes ne présentent plus un problème majeur.

Literature

- DEBACH, P. 1965. Weather and the success of parasites in population regulations. *Canad. Ent. 97*: 848-863.
- DEBACH, P. 1969. Biological Control of Diaspine scale insects on citrus in California. *Proc. 1st Int.Citrus Symp. Vol. 2. Calif.*
- BENASSY, C. et G. EUVERTE, 1970. Note sur l'action de deux espèces du genre *Aphytis* en tant qu'agents de Lutte Biologique contre deux Coccides des citrus (*Aonidiella aurantii* Mask. et *Chrysomphalus dictiospermi* Morg.) au Maroc. *Ann.Zool.Ecol.Anim. 2*: 357-372, Paris
- INSERRA, S. 1970. L'acclimatation, la diffusion et notes sur la biologie d'*Aphytis melinus* DeBach en Sicile. Report presented to the O.I.L.B. Citrus Diaspine Scale insects working group meeting, Maroc.
- McLAREN, I.W. 1971. Comparison of the population growth potential in California red scale, *Aonidiella aurantii* (Maskel) and yellow scale, *A.citrina* (Coquillet) on citrus. *Australian J.of Zoology 19*: 189-204.
- FLANDERS, S.E. 1971. Multiple parasitism of armored Coccids (Homoptera) by host-regulative Aphelinids (Hymenoptera), ectoparasites versus endoparasites. *Cand. Ent. 103*: 857-872.

ESTIMATION OF THE POPULATION OF *SAISSETIA OLEAE* BERN.
ON CITRUS IN WESTERN TURKEY

by

M. TUNÇYÜREK and C. ÖNCÜER

Plant Protection Institute, Bornova-IZMIR, Turkey

Introduction

Black scale, *Saissetia oleae* Bern., is a citrus pest which is found in citrus orchards in the Aegean Region locally from time to time. In 1966, it was abundant in Izmir (Narlidere and Gümüşsu) which is one of the important export centers of the Aegean Region. Advice was given to apply summer white oils in the orchards where this pest was found. Although *S.oleae* has caused some damage in some citrus orchards of Izmir in the past two years, for the time being it is not considered of great importance.

Methods

The method adopted by the O.I.L.B. Working Group on citrus scale was applied for the population studies carried out in 1971 and 1972. But as the orchards where *S.oleae* is occurring were small, the same observations were carried out in two different orchards of two different regions (IZMIR-Narlidere and AYDIN-Kuşadası). Samples at the rate of 2% were taken because the orchards were small. On the other hand, as the density of *S.oleae* was low, counts were made every 3 cm² along the midrib on both sides of the leaves.

Results

A. Estimation of the population density of *S.oleae*

1. At Izmir (Narlidere)

Studies were carried out in 1971 and 1972, results are given in Figure 1.

In early May 1971 adults which produced eggs were observed only on one-year

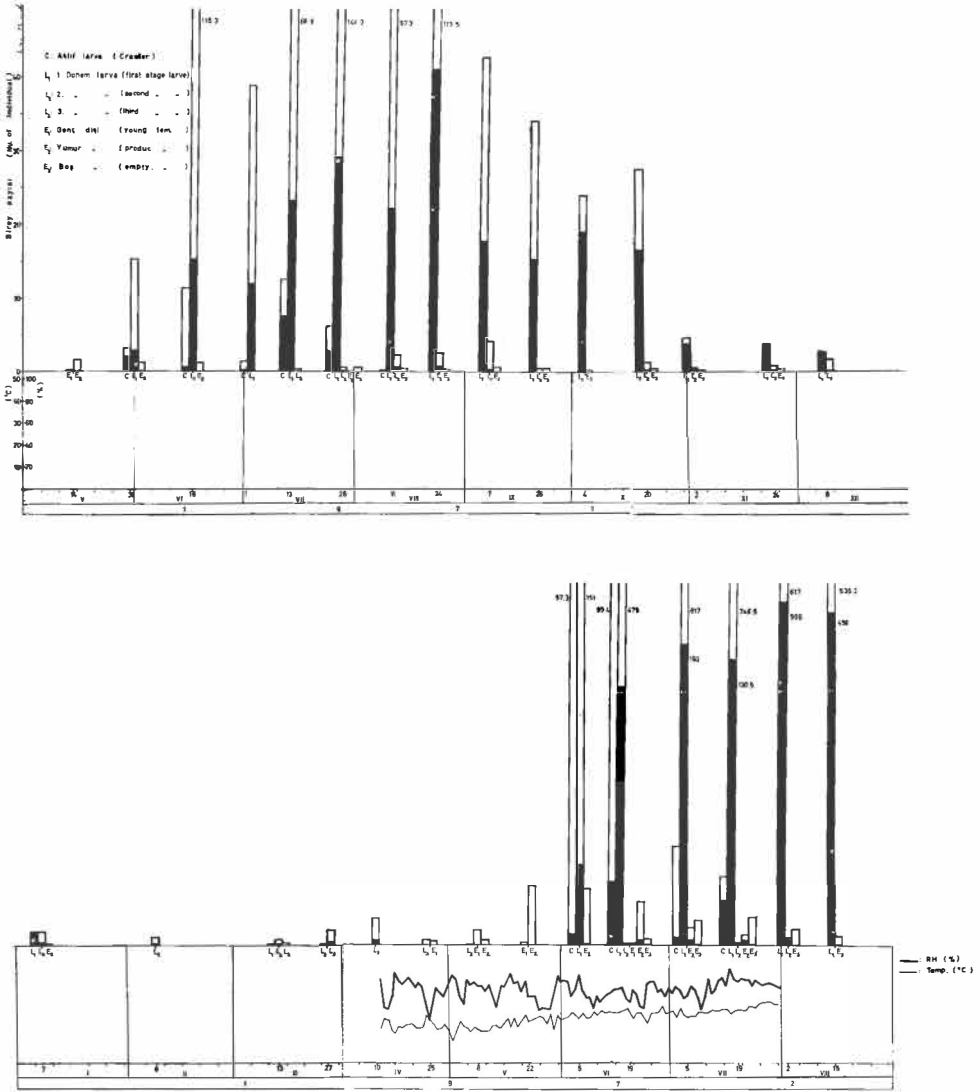


Fig. 1. Population changes of *S. oleae* in Izmir (Narlidere) 1971 and 1972 (total number of scales counted on one-year old twigs/10 cm).

old twigs. In 1971, the first active larvae appeared at the end of May and were found on both sides of the leaves. At the middle of June, active larvae were seen on twigs and the majority was found on one-year old twigs. At the same time, the majority of new settled larvae was found on one-year old twigs and on leaves. Active larvae appeared until the first week of August. First stage larvae were noticed mainly on twigs and new twig's leaves. During the summer months, over 50% mortality was recorded in the first stage which was the most numerous. Mortality rate on twigs was higher as compared to that on leaves. Second stage larvae were found for the first time at the middle of July and were seen mostly on leaves. Young adults were found in April mainly on one-year old twigs. They were also found, in small numbers, on one-year old twig's leaves and new twigs. Starting April, no scale insects were found on leaves. At the beginning of May, young adults and adults which produced eggs were dominant. Till the end of May, adults which produced eggs were observed only on one-year old twigs. The first larvae appeared at the beginning of June. In June, active larvae were seen mostly on one-year old twigs. First stage larvae were predominant all through the summer months. As time went by, the numbers of first stage larvae decreased on one-year old twigs. This makes us think of migration to young twigs and leaves. A high mortality was recorded in these first larval stages. The highest mortality was observed on young twigs and their leaves, where the density of the population of black scale was high. The first second stage larvae appeared towards the end of July.

2) At Aydin (Kuşadası)

The data of the studies carried out in 1971 and 1972 are given in Figure 2. In early May 1971, almost all developmental stages except crawlers and newly settled larvae were recorded but young and productive females were dominant. The first crawlers appeared at the end of May and they reached a maximum in mid-June. But no crawlers were recorded after 8th of August. Newly settled larvae first appeared in early June and increased in numbers very rapidly. Towards the end of July they seemed to migrate from old twigs to young twigs and to leaves. Summer mortality observed among the first stage larvae increased till September. Young twigs and leaves were preferred in late August. Second stage larvae were first observed in late July and their numbers increased rapidly during late summer. Towards the early winter, black scales on young twigs and leaves seemed to migrate

to the old twigs and branches. The black scale passed the winter as second stage larvae mostly on one-year old twigs. Third stage larvae first appeared in small numbers on twigs in early February.

The number of third stage larvae on one-year old twigs was higher than on new twigs. At the end of April they were recorded only on old twigs. Young adults appeared at the beginning of April, 1972 and were found mainly on one-year old twigs. In late May the first egg-laying adults appeared on twigs. In 1972 the first crawlers were recorded at the beginning of June and the majority was found during late June.

In 1972 newly settled larvae appeared at the beginning of June on one-year old twigs. The first stage larvae that at first settled on one-year old twigs seemed to migrate to the leaves and to young twigs. The highest amount of first stage larvae was observed in late June. Since then, a reduction in their numbers on old twigs became evident whereas an increase was noticeable on young twigs and on leaves. At the beginning of August a rapid increase in mortality of first stage larvae was observed, the mortality rate varied between 40-60%. It was higher on old twigs and lower on young ones. Second stage larvae first appeared during late July on old twigs and on leaves.

B. Natural enemies of *S. oleae*

In the past two years there was almost no parasitization on black scale in citrus orchards. At Aydin-Kuşadası *Scutellista cyanea* Motch. (Hymenoptera) appeared in small numbers. *Exochomus quadripustulatus* L. (Coccinellidae) as adult was occasionally observed feeding on black scale in the two citrus orchards. In June 1971, some adult black scales that seemed to be infested with a fungus were collected. *Alternaria* sp. and *Cladosporium* sp. were identified. Although the latter was more common, it is very doubtful whether this fungus really attacks living scale insects. A survey on natural enemies of the black scale was carried out in the Aegean region during 1972 and a fungus species was observed as harmful on young black scales in citrus orchards of southern Turkey. This fungus was isolated for further study. The fungus which covers the black scale with its mycelium caused a mortality of about 10%.

Discussion and conclusion

Studies started in May, 1971 in two citrus orchards located on the shore. At this time of the year some young and productive adults were recorded only on one-year old twigs. First crawlers of the year were seen in late May and adults continued to produce active larvae until the second week of August. A very high mortality was observed during summer when the first stage larvae were predominant in the black scale population. Mortality was highest (25-50%) at Izmir (Narlidere). First stage larvae of the black scale on twigs showed the highest mortality. Summer mortality on first stage larvae continued to increase and reached a maximum during autumn. In late July, early second stage larvae were observed in small numbers. An increase in the density of the second stage larvae was remarkable in November. In fact, Bodenheimer (1951) states that after settling, the larvae grow only very little and their development is almost completely interrupted until the middle of November; during mid-November rapid growth starts again. Peleg (1965) also refers to the slow development of the larvae during summer. In late autumn, an important migration of the first stage larvae started on fresh twigs and leaves of the old branches. In fact, Ebeling (1959) emphasizes this migration in Californian citrus orchards. In winter, second stage larvae were predominant in the black scale population and they happened to gather mostly on old twigs. During early March 1972, third stage larvae started to become abundant, mainly on twigs. On the contrary, Peleg (1965) states that in Israel black scale passes the winter mainly in the third larval stage. Young females which were first recorded during early April preferred the old twigs. There was no black scale found in any of the stages on leaves from early April until early June. Egg-laying adults first appeared during early May and during late May at Izmir (only on old twigs) and Aydin respectively. Adults were found on both old and young twigs, but the number of the adults was higher on old twigs in the orchards of Aydin.

As during 1971, crawlers were first found during late May - early June in 1972. But they settled first on old twigs. In fact, Ebeling (1959) and Argyriou (1963) state that adults begin to produce larvae during late May - early June in California and in Greece respectively. Although first larval stages appeared more on old twigs in June, they began to migrate to fresh twigs and to leaves in mid-summer. Newly settled larvae were predominant all along the summer. They preferred younger twigs and leaves. In 1972

a higher mortality was recorded during summer than in 1971 (45% at Aydin). This may be due to the extreme temperatures and a long hot summer in 1972. Especially at Izmir a very high mortality was observed. This may be due to the drift of summer white oils which were applied on the orchard in late July. A high summer mortality in first larval stages of the black scale was also recorded by Orphanidid and Kalmoukos (1970) on olive trees in Greece. Second stage larvae began to appear in small numbers during late July, 1972. Studies carried out during the last two years proved that the black scale has only one generation per year on citrus in western Turkey. Peleg (1965) also recorded only one generation on citrus in Israel. Studies carried out in 1971 and 1972 showed that the activity of natural enemies of *S. oleae* was surprising low. At Aydin-Kuşadası *S. cyanea* was recorded in very small numbers in early September. This may be due to the very low density of adult black scale. *E. quadripustulatus* was the only predator observed in orchards. During April and May a fungus disease was observed on young adults in south-western Turkey; it caused a mortality of about 10%.

Résumé

S. oleae a été étudiée dans la région Egéenne au cours des années 1971-1972. Dans les vergers d'agrumes de la région Egéenne cette cochenille a une génération par an et n'est rencontrée qu'en nombres réduits. La sortie des larves commence au mois de mai et continue jusqu'à la mi-août. En général elle passe l'été au premier stade et la mortalité naturelle est très élevée à ce stade. Le deuxième stade apparaît au milieu de l'été et augmente vers l'automne et reste présent pendant l'hiver. Le troisième stade est trouvé vers les mois de mars et d'avril. En général les jeunes adultes deviennent dominants dans la population de *S. oleae* à partir du mois d'avril. Au début de mai les adultes productrices commencent à apparaître. Pendant l'hiver et le printemps *S. oleae* se trouve sur les pousses, surtout sur les pousses d'un an. En été elle préfère les jeunes pousses et les feuilles. Dans les vergers d'agrumes de la région Egéenne l'activité des parasites de *S. oleae* est très réduite. Seulement dans les vergers du sud-ouest de la région Egéenne on a rencontré une maladie cryptogamique sur environ 10% des cochenilles.

Literature

- ARGYRIOU, C.L., 1963. Studies on the morphology and biology of the Black scale (*Saissetia oleae* Bernard) in Greece.
Ann. Inst. Phytopath. Benaki, N.S., 5: 353-377.
- BODENHEIMER, F.S., 1951. Citrus Entomology.
W. Junk. 's-Gravenhage. 381-387.
- EBELING, W. 1959. Subtropical Fruit Pests.
Univ. of Calif., Division of Agriculture Sciences Calif.
- ORPHANIDIS, P.S., KALMOUKOS, P.E. 1970. Observations sur la mortalité du *Saissetia oleae* Bern. sous l'action de facteurs non parasitaires.
Ann. Inst. Phytopath. Benaki, N.S., 9 (3): 183-200.
- PELEG, B.A. 1965. Observations on the life cycle of black scale, *Saissetia oleae* Bern. on citrus and olive trees in Israel.
Israel J.Agric.Res. 15 (1): 21-26.

RECHERCHES SUR LES COCHENILLES DES AGRUMES

par

G. VIGGIANI

Istituto di Entomologia Agraria, Portici, Italie

Ces dernières années les études sur les Cochenilles des Agrumes ont porté sur les Pseudococcides *Planococcus citri* (Risso) et *Pseudococcus fragilis* (Brain), sur la Lécanine *Saissetia oleae* (Oliv.) et sur les Diaspines *Chrysomphalus dictyospermi* (Morg.) et *Lepidosaphes beckii* (New.) qui sont considérées actuellement parmi les espèces les plus dangereuses en Campanie. Les observations sur les Pseudococcides sont faites sur *Pseudococcus fragilis* et, plus spécialement sur *Planococcus citri*.

Pseudococcus fragilis signalé pur la première fois en Italie dans les plantations d'agrumes de la région de Corbara (Viggiani, 1970), a été trouvé aussi successivement dans d'autres zones agrumicoles importantes de la péninsule sorrentine (Massalubrense). Actuellement, nous poursuivons des enquêtes sur sa distribution, son comportement biologique et sur ses ennemis naturels.

Planococcus citri (Risso)

Au cours des deux dernières années d'observations, il a été confirmé que cette espèce atteint apparemment dans notre région sa densité maximale à la fin de l'été et en automne, tandis qu'elle demeure très basse durant les autres périodes de l'année. Les dégâts les plus importants sont enregistrés pendant cette saison dans la zone côtière et les îles de notre région. En outre, il a été mis en évidence que des tâteurs éventuels d'entomophages devraient avoir lieu fin Mai-Juin, époque, durant laquelle le *Planococcus*

commence la ponte, d'où se développeront les populations qui attaqueront les rameaux et les petits fruits d'agrumes et créent ainsi les infestations graves.

Les entomophages de *P. citri* les plus actifs, présents en Campanie, sont les suivants:

Leptomastidea abnormis (GRLT.), Hyménoptère Chalcidien;

Scymnus includens (Kirsch.), Coléoptère, Coccinellide;

Leucopis sp., Diptère, Chamaemycide.

Leucopis, bien que prédateur actif des oeufs de *Planococcus*, paraît très lié aux conditions ambiantes particulières et à une population élevée du phytophage; c'est pourquoi, vu la difficulté relative de son élevage également, il est difficile de prévoir son utilisation dans un programme de lutte biologique.

Leptomastidea abnormis est indubitablement le parasite le plus actif de *P. citri* en Campanie, où il atteint des pourcentages de parasitisme de l'ordre de 50 à 60%. Cette espèce est élevée à l'Institut d'Entomologie de Portici sur Pomme de terre germées et infestées de *P. citri*, dans le but pour le moment, de relever des données biométriques fondamentales sur l'encyrtide et de l'utiliser pour essayer l'efficacité des pesticides les plus employés pour la défense phytosanitaire des agrumes, afin d'avoir des informations pour orienter les applications de lutte intégrée.

La facilité avec laquelle ce parasite peut être élevé rend son utilisation très aisée pour les recherches de laboratoire et laisse entrevoir la possibilité d'effectuer dans l'avenir des lâchers en plein champ.

Les observations bio-éthologiques et celles relatives aux données biométriques sur *L. abnormis* sont en cours de publication (Viggiani, 1972).

Scymnus includens est un des prédateurs les plus actifs et les mieux adaptés aux conditions écologiques de la Campanie. Les divers stades du Coléoptère coccinellide s'alimentent aux dépens des oeufs du *Planococcus*. Cette espèce est aussi élevée actuellement à l'Institut d'Entomologie de Portici et les données bio-éthologiques et biométriques la concernant sont en cours de publication (Tranfaglia et Viggiani, 1972).

Sur ce Coléoptère coccinellide, comme sur l'Hyménoptère chalcidien *L. abnormis*, une étude a été réalisée concernant l'effet des pesticides les plus utilisés pour la défense phytosanitaire des agrumes dans le but de mettre en évidence les répercussions de ces diverses applications sur la faune utile. Quarante

pesticides, environ, ont été testés surtout dans le domaine des insecticides, des insecto-acaricides et des anticryptogamiques, et les données relevées permettent de donner des suggestions utiles pour l'application des critères de lutte intégrée (Viggiani et Castronuovo, 1972 sous presse).

Dans l'avenir le plus immédiat, dès que les fonds disponibles se retrouveront, les études sur *P. citri* prévoient des applications de lutte biologique avec les entomophages déjà acclimatés en Campanie, accompagnés d'essais de lutte intégrée.

Saissetia oleae (Oliv.)

Parallèlement aux recherches que l'Institut d'Entomologie Agricole de Portici poursuit sur *S.oleae* en rapport avec l'olivier, une étude sur le développement des populations de la Cochenille évoluant sur agrumes est conduit depuis 1971.

La méthodologie suivie pour ce travail est essentiellement celle suggérée par le groupe de travail "Cochenille des Agrumes" à l'occasion de la première réunion de Rabat (1970).

Le biotope dans lequel s'effectue cette étude est constituée d'une plantation d'agrumes à peu près inculte sur les pentes de la colline St. Elmo à Naples. A partir de l'année 1971, après avoir constaté que *S. oleae* ne rencontre pas en Campanie suffisamment de parasites efficaces des "larves" du deuxième et du troisième stade, l'introduction de Californie a été entreprise de l'Hyménoptère, Encyrtide *Metaphycus helvolus* (Comp.); elle a été continuée en 1972.

Chrysomphalus dictyospermi (Morg.) - *Lepidosaphes beckii* (Newm.)

A l'état actuel, les diaspines ne préoccupent pas excessivement les agrumiculteurs en Campanie, car ils réussissent à contenir suffisamment les infestations de ces Cochenilles en intervenant par des traitements d'été à base d'huiles minérales légères. *Aonidiella aurantii* (Mask) présent aussi en Campanie n'est considérée nuisible que dans une aire limitée (quelques plantations d'agrumes de l'île de Procida).

Au cours des années 1969-71, une enquête a été poursuivie, dont les résultats ne sont pas encore publiés (Viggiani et Iannaccone, 1972 sous presse). Elle tend à préciser les périodes annuelles d'apparition des larves des deux Diaspines *C. dictyospermi* et *L. beckii*, qui sont parmi les plus communes en Campanie, ainsi que le développement du parasitisme. Ceci dans le but de rassembler des données qui pourront rendre plus rationnelle et efficace la lutte contre ces phytophages.

Summary

The author refers to the research program undertaken by the Institute of Agricultural Entomology in Portici on the citrus scale insects in Campania. To provide a biological or integrated control method against *Planococcus citri* (Risso) observations are carried out on the life table of the predator *Scymnus includens* Kirsch. and of the parasite *Leptomastidea abnormis* Grt. Moreover a study on the secondary effect of 40 pesticides on these two entomophagous insects has been undertaken.

Other investigations are carried out on the biological and integrated control of *Saissetia oleae* (Oliv.) and on the bionomics of *Chrysomphalus dictyospermi* (Morg.) and *Lepidosaphes beckii* (Newm.).

References bibliographiques

- TRANFAGLIA, A. & C. VIGGIANI, 1972. Dati biometrici sullo *Scymnus includens* Kirsch. (Col. Coccinellidae).
Boll. Lab. Ent. Agr. Portici 30 (In corso di stampa).
- VIGGIANI, G., 1970. Lo *Pseudococcus grafilia* Brain (Homoptera Pseudococcidae) sugli agrumi in Campania. Notizie preliminari.
Boll. Lab. Ent. Agr. Portici 28: 55-59.
- VIGGIANI, G. & N. Castronuovo, 1971. Effetti dei più usati fitofarmaci sulla *Leptomastidea abnormis* Grt., importante parassita del *Planococcus citri* (Risso).
Atti Giornate fit. Venezia: 535-541.
- VIGGIANI, G., 1972. Osservazioni etologiche e dati biometrici sulla *Leptomastidea abnormis* Grt. (Hym. Encyrtidae).
Boll. Lab. Ent. Agr. Portici 30 (In corso di stampa).
- VIGGIANI, G. & N. CASTRONUOVO, 1972. Effetti dei più usati fitofarmaci sulla *Leptomastidea abnormis* Grt. (Hym. Encyrtidae) e sullo *Scymnus includens* Kirsch. (Col. Coccinellidae), importanti nemici naturali del *Planococcus citri* (Risso).
Boll. Lab. Ent. Agr. Portici 30 (In corso di stampa).
- VIGGIANI, G. & F. IANNACCONE, 1972. Osservazioni biologiche sui Diaspini *Chrysomphalus dictyospermi* (Morg.) e *Lepidosaphes beckii* (Newm.) e sul ruolo dei loro entomoparassiti in Campania.
Boll. Lab. Ent. Agr. Portici 30 (In corso di stampa).

DIX HUIT MOIS D'ACTIVITE
DE L'INSECTARIUM DE MECHRA BEL KSIRI

par

J.P. CAZELLES, A. BERTIN et G. CULTRUT

Historique

L'étude effectuée au Maroc par Delucchi en 1965 sous les auspices de la F.A.O. préconisait le recours à la lutte biologique contre le Pou de Californie (*Aonidiella aurantii* Maskell) dont les ravages étaient importants au Maroc, particulièrement dans le Gharb.

La création d'une unité de production expérimentale de parasites du genre *Aphytis* fut décidée. Sa mise au point et son début de fonctionnement datent des années 1964-1966.

Les études furent menées par Benassy, Maître de recherches de l'I.N.R.A., de la Station d'Antibes, et Euverte, Technicien de l'Institut National de la Recherche Agronomique du Maroc (I.N.R.A.), sous le signe de la coopération technique franco-marocaine.

Leur expérimentation s'applique à quelques hectares d'agrumes répartis sur différentes propriétés.

La Direction de la Recherche Agronomique (D.R.A. - ex I.N.R.A.), estimant que la période de mise au point était terminée, décide, en 1968, de passer au stade suivant, c'est-à-dire production massive d'*Aphytis* et lâchers sur une superficie importante.

La D.R.A. s'adresse alors à l'Association des Producteurs d'Agumés du Maroc (ASPAM) afin de réaliser l'unité de production industrielle nécessaire.

Grâce aux crédits fournis par cette Association par l'intermédiaire de l'Office de Commercialisation et d'Exportation (O.C.E.), les travaux de l'Insectarium commencent au début de l'année 1969.

Retardée par des mauvaises conditions atmosphériques, la construction de l'insectarium est achevée au cours de l'été 1970. Pendant cette période, l'ASPAM crée une Société privée chargée de gérer l'insectarium: Association de Lutte Biologique contre les Ravageurs des Agrumes (A.L.B.R.A.). Dès avant la constitution de l'ALBRA, l'ASPAM recrute du personnel qu'elle envoie se former à l'insectarium expérimental de la D.R.A.

L'élevage des *Aspidiotus Hederæ* Vallot débute en juillet 1970 et les ensemencements en *Aphytis* environ deux mois après. Les résultats obtenus à l'insectarium expérimental de Rabat semblaient montrer que l'*Aphytis lingnanensis* était le plus indiqué, comme se développant mieux en laboratoire et ayant donné de bons résultats dans les vergers. C'est donc sur ce parasite que se porta l'action de l'ALBRA.

Le but recherché était de produire environ un million d'*Aphytis* par jour, permettant de traiter annuellement environ 300 has d'agrumes; étant entendu que les lâchers seraient faits à la dose de cent mille environ par hectare et par mois.

Reconversion

Lors de la visite du Groupe de Travail "Cochenilles des Agrumes" de l'Organisation Internationale de Lutte Biologique (O.I.L.B.), les membres de ce Groupe furent unanimes pour déclarer que le résultat des recherches effectuées dans plusieurs des nations qu'ils représentaient les avaient amenés à penser que l'*A. melinus* semblait mieux indiqué que l'*A. lingnanensis*. A la suite d'une séance de travail entre les membres de l'OILB et des dirigeants de l'ALBRA, il fut décidé d'arrêter la production de l'*A. lingnanensis*. L'insectarium fut vidé, nettoyé, désinfecté.

Le Professeur De Bach a bien voulu fournir à l'ALBRA, dès le 25 décembre 1971, des *A. Melinus* qui furent immédiatement mis en élevage.

Conditions d'élevage

L'insectarium de Mechra-Bel-Ksiri a été déjà décrit et nombreux sont les membres de notre Groupe qui l'ont visité. Nous rappellerons seulement qu'il comprend:

- 1 hangar de lavage, traitement et entreposage des courges;

- 1 salle de récolte des larves mobiles d'*Aspidiotus*;
- 2 salles d'élevage des cochenilles comprenant:
 - . 1 salle de maturation sous housse 14 jours
 - . 1 salle de maturation sur chariot 39 jours;
- 1 salle de production d'*Aphytis*;
- 1 salle de stockage avec une petite chambre froide à 15°C.

Problèmes

Depuis le début 1971, de nombreux problèmes ont été rencontrés. Le principal est celui du fruit porteur, en l'occurrence Cucurbitae Moschata.

Production de courges

La production demandée nécessite un ensemencement journalier d'environ 45 courges de 3 Kg, soit 135 Kg par jour ou 50 T/an.

Nous avons besoin de courges relativement fraîches toute l'année. Jusqu'à présent, une grande proportion des courges conservées longtemps a présenté de la pourriture pendant l'utilisation en insectarium, diminuant d'autant la production d'*Aphytis*.

Les conditions climatiques de la région de Mechra-Bel-Ksiri ne permettent la production de courges que du 1er juillet au 15 octobre. Il reste donc une très grande période (8 mois $\frac{1}{2}$) où l'on doit, soit se contenter de courges de conservation, soit aller les chercher sous d'autres climats.

C'est ainsi que dès les premières années, les essais de culture de courges à contre-saison, sous tunnels plastiques, en cultures forcées furent mis en place en diverses régions du Maroc. Les premiers résultats n'ont pas été satisfaisants parce que incomplets. Les cultures faites par l'ALBRA dans le Souss depuis deux ans ont permis d'obtenir des courges dès le 15 avril en 1971, mais le retard général dû au climat a retardé la récolte jusqu'au 6 mai en 1972.

Nous procédons maintenant à d'autres essais en montagne pour tenter d'obtenir des courges jusqu'au 15 décembre. A l'heure actuelle, il reste une période allant dans les meilleures conditions du 15 décembre au 15 avril pour laquelle nous ne sommes pas encore assurés de pouvoir récolter des courges fraîches.

Les cultures de remplacement, telles que le Cidra, la Pastèque fourragère et le Potiron, nous ont permis des dépannages occasionnels. De nouveaux essais sont en cours et ont donné lieu à l'établissement du calendrier ci-joint (voir tableau I en annexe).

Tableau I. Essais de semis échelonnés

Calendrier des dates de semis

Variété	Lieu de culture	Nature du sol	Mode de culture	Date de semis	Date de récolte
Courge américaine	Souss		maraîchère en irrigation	sept, octobre	15 janv. 15 avr.
Cucurb. Moschata	Gharb	sable	grande culture en sec	novembre en pots en fev. repiquage 1er mars	15 mai récolte espérée le 15 juin
"	Gharb	sable	grande culture en sec en place	15 mars	1er juillet
"	Gharb	dess	idem	15 mars	15 juillet
"	Gharb	dess	idem	15 avril	30 juillet
"	Gharb	dess	idem	1er mai	15 août
"	Gharb	dess	grande culture + possibilités d'irrigation	15 mai	1er septembre
"	Gharb	dess	idem	1er juin	15 septembre
"	Gharb	dess	idem	1er juillet	1er octobre
"	Gharb	dess	idem	15 juillet	15 octobre
"	Gharb	dess	idem	1er septembre	15 novembre
"	Gharb	dess	idem	15 septembre	15 décembre
Cucurb. Moschata & Past. Fourragère	en altitude		idem	15 juillet	récolte espérée
Potirons	Gharb	dess ou tirs	grande culture en sec - semis en place	15 août 15 avril	en octob.-nov. août
Cidra	Gharb	dess	idem	mars-avril	récolte étagée
Past. Fourragère	Gharb	sable	idem	15 mars, 1 avr. 15 avril	15 juillet 15 août

Conservation des courges

La conservation des courges sous hangar pose des problèmes. Malgré un trempage dans des solutions de différents fongicides, les fruits sont attaqués par des pourritures et des moisissures, et nécessitent une surveillance constante et un retrait immédiat des fruits malades afin d'éviter la contamination des fruits sains.

Au début du fonctionnement de l'insectarium, nous avons estimé à 50% du tonnage total la quantité de fruits éliminés. Les produits suivants ont été essayés:

- bouillie Bordelaise résultats peu intéressants
- Benlate + acaricide
- Benlate + acaricide + mouillant
- Benlate + Captafol + acaricide + mouillant

A l'heure actuelle, après une désinfection régulière du local par le Benlate, nous avons obtenu les meilleurs résultats en passant les fruits dans cette dernière solution.

Nous avons eu et avons toujours beaucoup de difficultés sur l'état sanitaire des courges une fois mises dans l'insectarium. Là encore, nous avons de très gros déchets qui peuvent aller jusqu'à 50%; les fruits devant rester soixante treize jours dans une atmosphère chaude et humide. Il a semblé que les meilleures conservations ont été obtenues sur des courges provenant de culture faite sans irrigation, mais cette proposition n'est pas vérifiée.

Le problème d'une production régulière toute l'année de courges de bonne qualité reste pour nous le problème majeur.

Nous avons eu à faire face à d'autres difficultés. Le climat de Mechra-Bel-Ksiri varie entre des extrêmes de -2°C en hiver, jusqu'à $+48^{\circ}\text{C}$ en été.

Malgré l'excellence du matériel de l'insectarium, il s'est produit de nombreux à-coups de climatisation, tant pour la température que pour l'hygrométrie, chaque écart provoquant des pertes de production d'*Aphytis*.

Nous ne saurions trop insister sur la nécessité d'un dépannage immédiat des appareils de climatisation parfois difficile lorsque l'insectarium est loin d'une ville, d'où l'obligation d'avoir un groupe de remplacement.

La désinfection des locaux nous a posé des problèmes: il n'existe plus actuellement de bombes insecticides au pyrèthre seul. Il a été nécessaire de provoquer auprès des vendeurs des fabrications spéciales qui sont en cours d'expérimentation.

Premiers résultats obtenus

La production de l'*Insectarium* a été la suivante:

Tableau II. Production d'*Aphytis* pour la période du 1.7.71 au 30.6.72

juillet 71	2 955 000
août	5 040 000
septembre	6 685 000
octobre	7 940 000
novembre	5 045 000
décembre	4 035 000
janvier 1972	4 795 000
février	3 160 000
mars	3 580 000
avril	3 950 000
mai	2 980 000
juin	<u>3 650 000</u>
	53 815 000

Les premiers *A. melinus* furent lâchés en verger le 28 avril 1971 dans un verger éliminé depuis.

Les lâchers sur les parcelles conservées en lutte biologique s'établissent comme suit:

Tableau III. Situation des lâchers en vergers du 29.7.71 au 30.6.72

(Certains vergers ont été abandonnés du fait de l'insuffisance de la production d'*Aphytis* qui n'a pu limiter les pullulations d'*Aonidiella*)

Nom de la propriété	Date du 1er lâcher	Nombre de lâchers
Pouget	29.07.71	9
Hababsa	4.08.71	8
Hakam	7.08.71	8
Ste Guebbas	19.08.71	7
Chaoui A.	20.08.71	8
El bata	2.09.71	8
S.A.R.	18.09.71	8
Duverdier	22.09.71	7
Banassa	10.10.71	6

L'examen de ces tableaux montre que nous sommes loin du but recherché puisqu'en un an de fonctionnement nous n'avions pu traiter incomplètement que 90 ha dont 38 suivis régulièrement, et produit 55 millions d'*Aphytis*

au lieu des 300 ha et des 365 millions d'*Aphytis* prévus. Il nous appartient, avec l'aide de la DRA Maroc et de l'OILB d'en rechercher les causes.

Orientation de l'insectarium

Malgré ces difficultés, le Conseil d'Administration de l'ALBRA a décidé de continuer à produire le maximum d'*Aphytis* possible tout en réduisant aux 38 ha indiqués (tableau II) les superficies à traiter. Ces surfaces pourront être augmentées si la production des *Aphytis* le permet.

Nos activités vont s'appliquer pour l'année 1972/73 à la recherche et l'expérimentation des moyens à mettre en oeuvre pour obtenir cette production massive.

Nous allons continuer à mettre au point la production des courges car nous estimons qu'aucune production satisfaisante d'*Aphytis* ne pourra être obtenue tant que ce problème n'aura pas été résolu. Des études sont entreprises à l'heure actuelle sur les relations entre l'influence de la fumure, de l'irrigation, du climat, et la résistance des courges aux facteurs pathogènes. De même, nous étudierons la production de fruits de remplacement.

La conservation des courges tant dans le hangar qu'à l'intérieur de l'insectarium va faire l'objet de nouveaux essais et d'observations suivies.

De plus, nous conduisons une étude sur les fongicides à employer.

Le transport des courges est un facteur très important de la conservation. La moindre blessure, le moindre choc, sont des portes ouvertes aux pourritures. Or, nous faisons venir ces fruits par dizaines de tonnes sur parfois 800 km. Il serait nécessaire de trouver un emballage évitant les chocs et qui soit suffisamment économique.

D'une part, on nous indique que les *A. melinus* en salle d'élevage sont éliminés par *A. lingnanensis*; d'autre part, on nous signale qu'en verger, *A. lingnanensis* disparaît alors qu'*A. melinus* persiste. Il semble donc logique de supposer qu'il y a des différences biologiques entre les deux espèces. A-t-on vérifié que leurs conditions optimales d'élevage sont identiques (chaleur, humidité, etc...) et que leurs pontes comprennent le même nombre d'oeufs?...

Les problèmes mineurs (pyrèthre, climatisation, etc...) devraient être assez facilement mis au point par nous-mêmes au cours de cet exercice.

Etude financière

Nous plaçant sur le point de vue de l'utilisateur, il nous semble intéressant de calculer le prix de revient à l'ha d'agrumes de la lutte bio-

logique.

La construction de l'insectarium et de ses annexes, ainsi que la formation du personnel nous sont revenues à près de DH 480 000.- qui sont les frais de premier investissement.

Nos frais d'exploitation ont été, pour la période comprise entre le 1er juin 1971 et le 31 mai 1972 de DH 213 750.- auxquels il faut ajouter l'amortissement des frais d'investissements calculés sur trente ans, soit: $\frac{480\ 000.-\ \text{DH}}{30} = 16\ 000.-\ \text{DH}$.

Nous pouvons donc dire que l'insectarium coûte chaque année la somme de 213 750.- + 16 000.- = 229 750.- DH arrondie à 230 000.- DH.

Si nous arrivons, dans un avenir proche, à traiter les 300 ha prévus, nous devrions alors obtenir un prix de revient à l'ha de $\frac{230\ 000.-\ \text{DH}}{300} = 766.-\ \text{DH}$.

Nous rappellerons, à titre documentaire, que le traitement à l'acide cyanhydrique avec une efficacité de 99,8% environ, coûte entre 600 et 800.- DH/ha et peut souvent n'être appliqué qu'une année sur deux. Un traitement aux produits coccicides actuels revient à environ 350.- DH/ha, mais doit parfois être effectué deux fois par an.

La rentabilité de la lutte biologique devient alors assez aléatoire, et il faudrait, de plus, obtenir d'aussi bons résultats.

Questions

Pour nous qui avons essayé de mettre en pratique les données expérimentales qui nous avaient été fournies, nous devons constater que nous sommes arrivés à un semi-succès ou peut-être à un semi-échec, qui nous amène à poser aux spécialistes de l'OILB quelques questions:

- Cucurbita Moschata est-elle, sur le plan pratique, la meilleure des espèces pouvant aider à la production des *Aspidiotus*? N'existe-il pas d'autres cucurbitacées plus intéressantes, moins fragiles et plus faciles à produire?
- Le problème de conservation des courges (ou des fruits de remplacement) n'est pas résolu malgré l'emploi de produits nouveaux. Existe-t-il des fongicides plus rémanents ou mieux adaptés? D'autres précautions à prendre? etc...
- L'*A. melinus* avait été abandonné par l'insectarium de Rabat du fait qu'il se développait beaucoup moins en insectarium que l'*A. lingnanensis*. Est-ce la cause de notre production insuffisante?

- Est-il établi que, dans les conditions climatologiques du Maroc l'*A. melinus* soit celui qui donne les meilleurs résultats dans la lutte biologique?
- La lutte biologique doit déboucher sur des résultats financiers valables pour l'agriculteur. Etant donné qu'au Maroc aucun agrume ne peut être exporté s'il est contaminé même par un seul Pou de Californie, et que les producteurs estiment qu'une proportion de 3 à 4% d'écart de triage dû à ce ravageur est le maximum supportable économiquement, est-il possible, par la lutte biologique, d'obtenir une proportion de fruits indemnes supérieure à 95% ou bien l'OILB peut-elle amener les pays exporteurs à modifier leurs normes phytosanitaires pour les fruits traités par lutte biologique?

Ce sont là les questions que nous vous posons, desquelles dépend l'avenir et la vie de notre insectarium.

MODALITES DE DISPERSION DE *METAPHYCUS HELVOLUS* COMPERE (HYMENOPTERA,
CHALCIDOIDEA, ENCYRTIDAE) LACHE EN UN POINT D'UN VERGER D'AGRUMES

par

A. PANIS

Station de Lutte biologique, Antibes (France)

Pour la lutte biologique contre les *Saissetia*, à savoir *S. neglecta*, *miranda*, *oleae* et *nigra* en Californie, *S. hemisphaerica* au Chili, *S. oleae* en Grèce, *M. helvolus* a été considéré comme l'insecte entomophage le plus efficace. Flanders en Californie, Argyriou et De Bach en Grèce, ont obtenu la disparition des dégâts en quelques années et remarquent la particulière rapidité de propagation du Chalcidien autour des points de lâcher. D'après Flanders, cet entomophage a 10 générations par an contre deux pour le ravageur et il se disperse à 40 kms en un an. D'après Argyriou et De Bach, il a été trouvé à 7 et 24 kms de distance du point de lâcher après 4 ans; ce qui donne une vitesse moyenne annuelle de 1,75 à 6 kms par an et les auteurs considèrent qu'il a dû s'étendre bien plus loin encore.

Les avis sont partagés quand il s'agit de connaître la cause de l'efficacité du parasite. Pour Smith, la réussite de la lutte biologique avec *M. helvolus* est due à son action prédatrice et à son action parasitaire, ainsi qu'à la longévité exceptionnelle des adultes qui peuvent attendre plusieurs mois les stades favorables, dans la nature. Pour De Bach, l'action prédatrice est favorable uniquement dans les fortes infestations, défavorable dans les faibles à cause de son effet dépressif sur son action parasitaire. Pour Flanders, la capacité de recherche de l'hôte est un facteur essentiel, notamment son aptitude à se propager loin du point de lâcher.

Cet avis de Flanders a été mis à profit pour les recherches poursuivies en France sur cet insecte, la capacité de recherche de l'hôte étant considérée

comme un des paramètres d'évaluation de son efficacité. L'aptitude d'un entomophage à rechercher son hôte est particulièrement difficile à évaluer directement et peut être envisagée à plusieurs échelles spatiales: au niveau des arbres pris individuellement ou, à l'extrême, dans un dispositif expérimental de laboratoire, au niveau d'un verger ou à l'échelle de toute une région, ce qui, dans chaque cas, exige un temps de travail relativement important. Une tentative a été entreprise pour essayer d'évaluer deux paramètres ou vecteurs composants de la capacité de recherche de l'hôte: l'aire de découverte de l'hôte et la vitesse de déplacement de l'entomophage au cours des jours et des mois suivant le lâcher.

Des essais d'acclimatation de *M. helvolus* furent effectués en 1969 pour la première fois en France, sur la Côte d'Azur, en vue de recherches sur une méthode de lutte biologique contre la Cochenille noire de l'Olivier et des Agrumes, *Saissetia oleae* Olivier. Des discontinuités dans la vitesse et l'aire de dissémination du Chalcidien parasite avaient été remarquées. C'est pourquoi, lorsque les premiers essais d'acclimatation ont été commencés en Corse, en juillet et août 1971, nous avons mis à profit cette opération pour mesurer les modalités de dissémination de *M. helvolus*, au cours de l'année qui suivit le lâcher. L'entomophage fut libéré sur un seul arbre, situé dans un verger d'Agrumes (Oranger "Valencia Late"). Cette parcelle de Citrus faisait partie elle-même d'un ensemble presque continu d'une centaine d'hectares d'Agrumes, proche de zones de maquis, type de végétation sclérophylle locale. Deux Cochenilles, hôtes habituels du Chalcidien, ont permis de suivre son extension dans l'espace et dans le temps: *S. oleae* et *Coccus hesperidum* L. dans les vergers d'Agrumes, *S. oleae* seule dans le maquis et dans une petite parcelle de Pistachiers. L'examen du parasitisme des Cochenilles était complété par le relevé de piégeage de Chalcidiens sur surface engluée, dans les vergers et dans le maquis (Fig. 1).

La vitesse de dispersion et l'aire de découverte de l'hôte caractérisant *M. helvolus* sont les suivantes. Dans un verger bien infesté de *S. oleae* et déjà bien colonisé par le Chalcidien, la vitesse de dispersion est plus faible que pour un déplacement d'une parcelle fortement contaminée à une autre. Les départs se font par vols successifs hors du verger de lâcher, ce qui permet à cet insecte d'aller chercher très loin de fortes infestation de cochenille-hôte. Toutefois, ces vagues de migration ont lieu bien avant que le niveau de population de Cochenilles, dans le verger initial, ait baissé en dessous

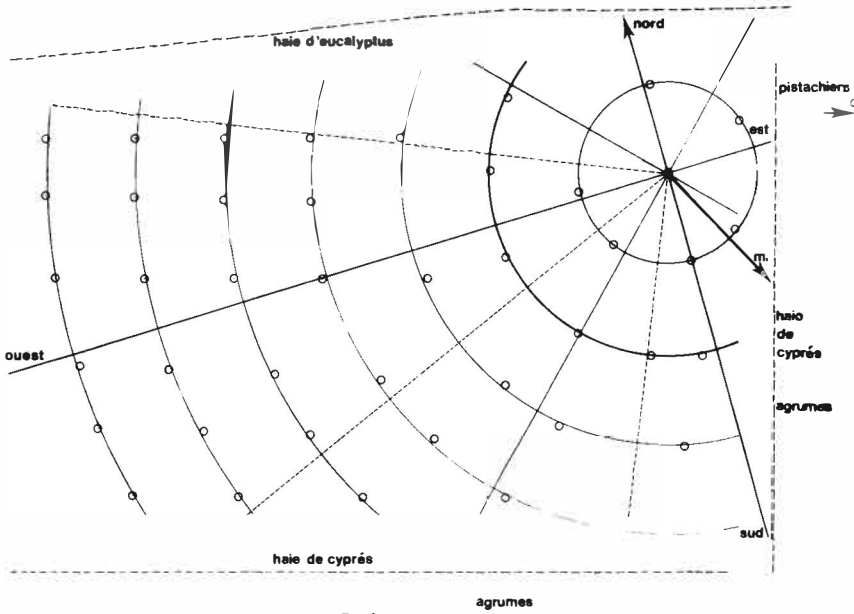
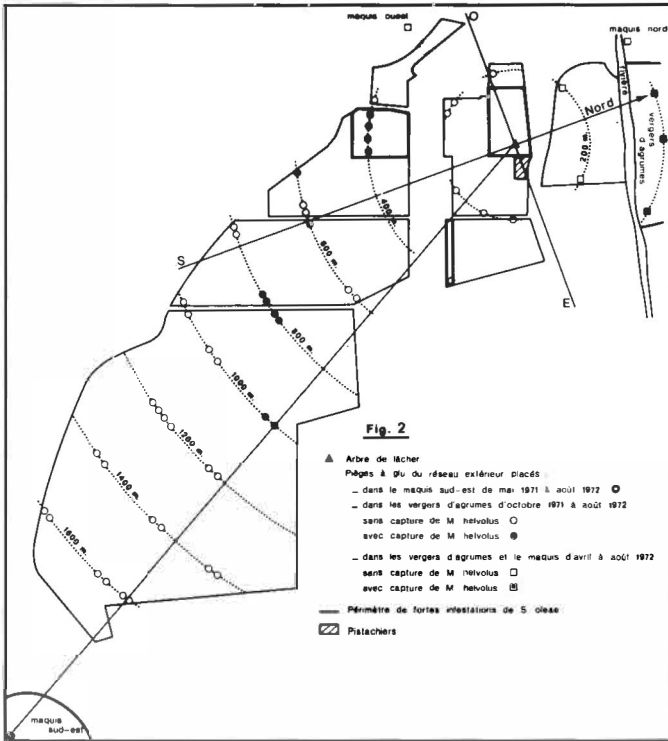


Fig.1

o Pièges à glu du réseau intérieur — Cercles équidistants de 20 mètres

du seuil de nuisibilité, par suite de l'action parasitaire et prédatrice de *M. helvolus*. Dans ces conditions, à moins de vastes étendues de monoculture de plantes-hôtes de *S. oleae* ou de *C. hesperidum*, le rôle de relais joué par les stations refuges, telles que le maquis est très important. Dans le maquis, nous avons trouvé *M. helvolus* au mois de mai de l'année suivante, ce qui représente un parcours de 2100 mètres à partir du point de lâcher, mais avec des stations-relais représentées par les taches de contamination de *S. oleae* (ou de *C. hesperidum*) disposées dans les vergers d'Agrumes. Au milieu du printemps, le Chalcidien s'est déplacé à raison de 770 à 1100 mètres par mois; de juillet-août 1971 à mai 1972, sa vitesse moyenne a été de 210 mètres par mois ou, en extrapolant, de 2,5 kms par an. L'aire de découverte représentait 0,35 hectares d'Agrumes trois mois et demi après le lâcher ponctuel, 1 hectare 10 mois après, 1,4 hectares un an après, dans le verger initial. Ce verger présentait encore des places vides de *M. helvolus* un an après. Toutefois, pendant les grosses chaleurs, la raréfaction des stades larvaires de l'hôte aidant, l'arrêt de la dissémination était à peu près total. La vitesse de déplacement et l'accroissement de l'aire

d'extension ne sont pas continues, la vitesse devenant nulle au cours de la saison froide. Enfin, la plus grande distance parcourue est dans la direction sud-est, correspondant à la direction du vent soufflant le plus fréquemment dans cette région de la plaine orientale de la Corse (Fig. 2).



OBSERVATIONS BIOECOLOGIQUES SUR UNE COCHENILLE CITRICOLE
DANS LA REGION DE TUNIS
SAISSETIA OLEAE (BERNARD) (HOMOPTERA, COCCOIDEA, COCCIDAE)

par

A. JARRAYA
I.N.A.T. Tunis (Tunisie)

Introduction

Depuis quelques années, la cochenille tortue, *S. oleae* (Bern.), se révèle dans le groupe des Coccoïdea, comme le principal ennemi des Citrus (Jarraya, 1970). Ses dégâts se traduisent par un affaiblissement de l'arbre, consécutif d'une part à un prélèvement important de sève et d'autre part au dépôt sur les feuilles d'un épais enduit de fumagine qui réduit, semble-t-il, l'action de la photosynthèse. Les travaux relatifs à ce ravageur se sont limités jusqu'ici à des essais de traitements insecticides (Touzeau, 1960, 1962). Cependant, dans le cadre d'une lutte intégrée au niveau de la zone agrumicole où une méthode de lâchers de mâles stériles est déjà entreprise à l'égard de la Cératite, des interventions à base de produits coccicides même localisées, pourraient entraver l'action de cette méthode autocide en éliminant une fraction des mâles stériles lâchés. Il faudrait donc rechercher un autre procédé pour limiter les pullulations des cochenilles, procédé faisant appel par exemple au contrôle biologique; ceci nécessiterait toutefois une étude de base tenant compte à la fois des conditions climatiques particulières à la région et par voie de corrélation, du complexe biocoenotique inféodé à la culture des Citrus.

Les investigations réalisées dans ce sens dans divers pays, font état de différences dans le développement et dans la capacité de reproduction de *Saissetia oleae*. C'est ainsi qu'en Ligurie et en Toscane (Italie), Bibolini

(1958) a observé que *S. oleae* développe 2 générations par an et que d'après Ebeling (1959) en Californie, Argyriou (1963) en Grèce, Peleg (1965) en Israël, *S. oleae* présente en revanche 1 génération dans les régions continentales et 2 dans les zones côtières. Ces deux derniers auteurs ont étudié cette cochenille sur olivier. Par contre dans la plaine côtière d'Israël (Peleg, 1965) et dans le Sud de la France (Panis, 1970) cet insecte montre sur Citrus une seule génération par an.

Les résultats présentés ci-après se rapportent à des observations réalisées sur Lime dans la région de la Soukra, banlieue Nord-est de Tunis, très proche de la mer. Nous avons commencé par préciser le cycle évolutif de *S. oleae*, sa répartition suivant les organes de la plante-hôte et l'importance des facteurs de mortalité.

Dans un travail ultérieur, nous prévoyons d'étudier l'effet de l'exposition, de la hauteur de la frondaison, et l'influence de l'espèce végétale ainsi que les différences climatiques régionales sur la dynamique des populations de *S. oleae*. Ceci nous conduira d'une part, à préciser les incidences de la chute des feuilles et éventuellement celles de la nature de l'organe infesté sur la mortalité des cochenilles et d'autre part, à établir une table de mortalité en fonction des stades évolutifs, à l'instar des travaux de Sigwalt (1971) sur les cochenilles diaspines.

Materiel et methodes

La lécanine *S. oleae* (Bern.) appelée communément cochenille tortue, se rencontre dans la région de Tunis, assez couramment sur olivier et diverses espèces de Citrus.

Deux méthodes ont été utilisées pour suivre le cycle évolutif de *S. oleae*. La première consiste à prélever périodiquement des rameaux et des feuilles et à les examiner sous binoculaire. Cette façon de procéder permet de déterminer avec précision le stade de développement de la cochenille suivant les critères de différenciation établis par Argyriou (1963) et d'avoir des individus de tous âges qui, par dissection ou par mise en éclosoir, rendent possible la recherche des parasites.

La deuxième méthode est basée sur le choix définitif d'une branche de Lime *Citrus limonia* (variété Palestine): le but recherché est de suivre régulièrement le devenir de la population du phytophage. Cette espèce végétale a été retenue pour sa caractéristique d'arbre "aéré", de taille moyenne facilitant ainsi les opérations de comptage, mais surtout du fait de la présence massive

de *S. oleae*. La branche sélectionnée pour nos observations a une longueur de 852 cm (y compris la longueur des rameaux secondaires); 25 rameaux secondaires et 244 feuilles; son diamètre mesure 2,32 cm à sa base et 0,7 à son extrémité; elle a une exposition Nord-est et se trouve à un mètre au-dessus du sol; nous avons également veillé à ce qu'elle ne soit pas en contact avec les feuilles et rameaux voisins. Pour la commodité des contrôles, cette branche a été divisée en 7 parties et ses feuilles numérotées de 1 à 244, en commençant par la base (Fig. 1). Chaque portion de la branche, chaque rameau secondaire et chaque feuille héberge une cohorte assez bien délimitée et sur laquelle il est relativement aisé de répertorier les cochenilles dans leurs changements de structure, leur comportement et leur faculté de survie (mortalité naturelle, parasitisme et prédation). Un thermohygrographe-enregistreur type "Richard" a été installé sous abri à proximité de la branche choisie pour nos observations.

Pour établir le taux de fécondité de *S. oleae*, nous avons prélevé des femelles pondueuses du même arbre, mais de rameaux différents. Leurs oeufs, se trouvant sous la carapace maternelle, sont dénombrés et un certain nombre est mis en incubation pour déterminer le taux de fertilité.

Comme il a été dit précédemment, le taux de parasitisme affectant les jeunes stades est précisé par dissection; celui de *S. cyanea*, parasite oophage est évalué par simple retournement de la carapace de la cochenille-hôte ou par l'examen des trous de sortie du parasite.

Essai d'analyse

Etant donné le chevauchement des stades, l'augmentation du pourcentage de l'un d'eux est l'indice du passage de la population à ce stade (Vasseur et Schvester, 1957), Mais cette quantification en plein-air des stades n'est pas exempte d'erreurs, surtout lorsqu'il s'agit de distinguer les L_1 des L_2 néoformées. En effet, leur confusion entraînerait un allongement démesuré d'un stade aux dépens d'un autre, mais ne modifierait en rien, au niveau de la branche étudiée, l'importance numérique de la population, car, comme l'a souligné Panis (1970), la dissémination de *S. oleae* à distance s'effectue seulement au moment de l'éclosion.

A) Cycle évolutif

L'oviposition des femelles de *S. oleae* commence début Mai, elle se termine vers la fin du mois. Ces dernières présentent alors un corps affaissé ayant une couleur noir - opaque et ne tardent pas à se dessécher. La ponte calculée

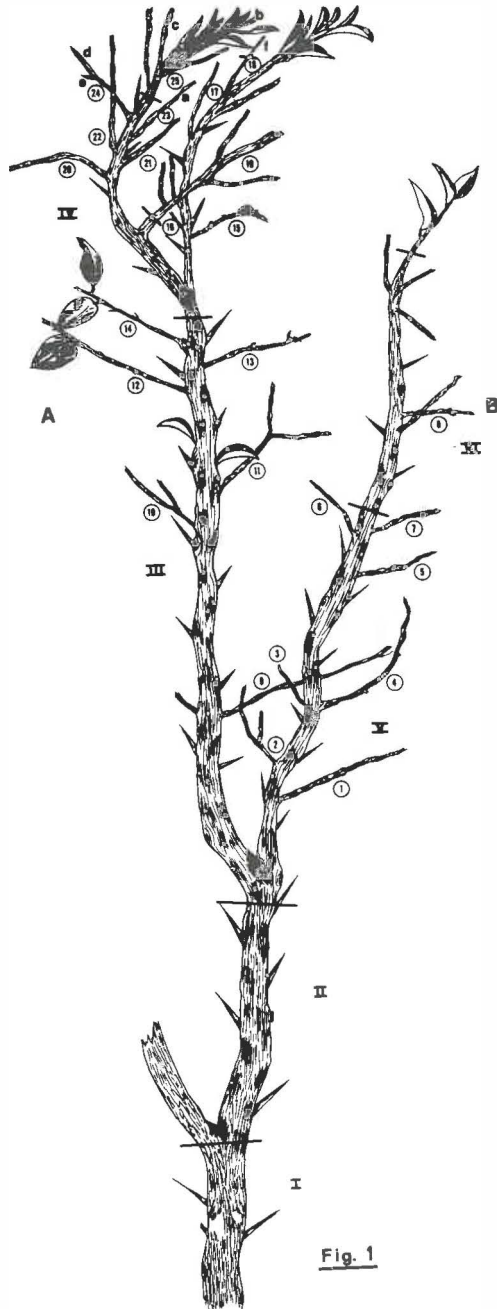


Fig. 1

Fig. 1. Rameau sélectionné pour suivre in situ l'évolution de *S. oleae*. Les portions de la branche principale divisée en A et B, sont numérotées de I à VI, les rameaux secondaires de 1 à 25. Quelques feuilles ont été seulement représentées.

sur 20 individus est en moyenne de 1060 ± 196 au risque de 5% oeufs par femelle. L'éclosion des oeufs se produit 2 à 3 semaines après leur émission et se poursuit jusqu'à la fin de juillet (Tableau I). Les larves qui en sont issues colonisent les organes de la plante, se fixent de préférence sur les feuilles et forment les L_1 . Le stade mobile des larves néonates est bref et prend fin une semaine à 10 jours après les dernières éclosions, soit au cours de la première quinzaine d'août.

Tableau I. Evolution de la ponte chez *S. oleae*

Dates	Nombre de ♀ examinées	Nombre d'oeufs vivants sous la carapace	Nombre d'oeufs morts sous la carapace	Potentiel de ponte	Larves mobiles	% d'oeufs éclos
23/5/72	9	9547	-	9.540	27	0,28
26/6/72	11	5373	8	11.660	385	46
31/7/72	10	1976	54	10.600	218	18,60
9/8/72	20	189	242	21.200	-	0,89

1) Evolution des cochenilles sur feuilles

Durant l'été, la croissance des larves du premier stade est lente et fin septembre elles représentent encore 95% de l'ensemble de la population (Tableau II; Fig. 2). Le passage des L_1 en L_2 n'est spectaculaire qu'à partir de novembre. Au début de l'hiver, il y a autant de L_1 que de L_2 . Par la suite, la proportion des L_2 va en augmentant et fin janvier, elle est de l'ordre de 97%. C'est aussi à cette époque qu'apparaissent les L_3 . L'évolution de celles-ci est relativement rapide et fin mars, leur taux est de l'ordre de 50%.

Au cours de la première quinzaine d'avril et à la suite d'une migration des cochenilles sur les rameaux, le nombre de celles restant sur les feuilles ne représente que 10% de la population totale. On remarquera que cette migration affecte davantage les L_3 que les L_2 ; il en résulte un accroissement relatif temporaire des L_2 par rapport aux L_3 . Certaines de celles-ci se sont transformées en outre en femelles jeunes dont l'évolution en femelles pondueuses s'effectue début mai; leur nombre reste cependant faible (3% de la population totale).

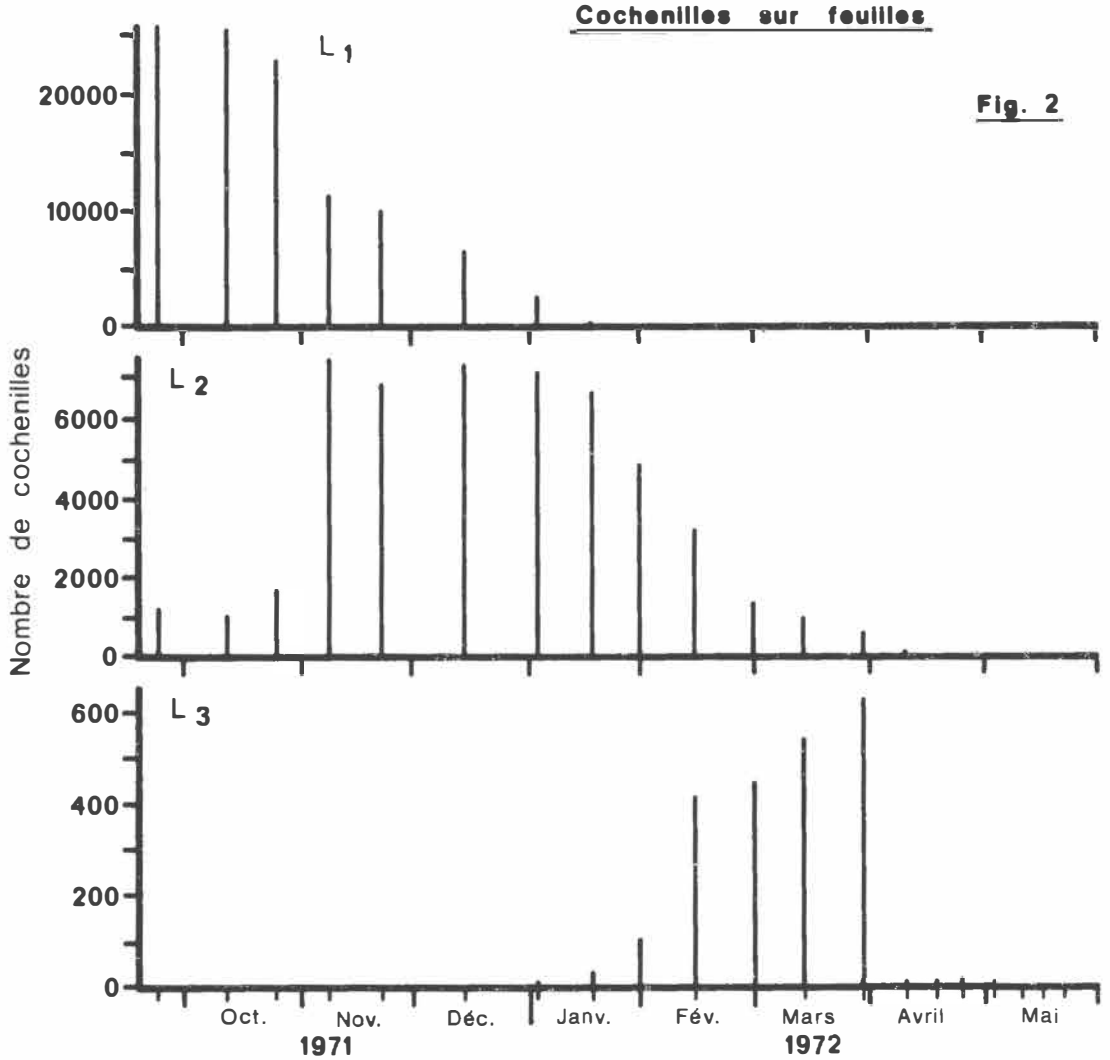


Fig. 2. Evolution de *S. oleae* sur feuilles: les différents stades sont représentés en chiffres réels. Les jeunes femelles et les femelles pondueuses devenant rares sur feuilles ne sont pas portées graphiquement. Etant donné le changement d'unités sur l'axe des ordonnées, la chute du niveau des populations n'apparaît pas clairement, mais la lecture des chiffres est très significative à cet égard.

Tableau II. Evolution des populations des *S. oleae* sur rameaux et feuilles (effectifs réels)

Dates	Rameaux						Feuilles					
	L ₁	L ₂	L ₃	F _i	F _p	Total	L ₁	L ₂	L ₃	F _j	F _p	Total
27/9/71	378	41	-	-	-	419	26148	1194	-	-	-	27.342
11/10	326	45	-	-	-	371	25860	1228	-	-	-	27.088
25/10	276	68	-	-	-	344	22875	1654	-	-	-	24.529
8/11	188	101	-	-	-	289	11299	7462	-	-	-	18.762
22/11	173	105	-	-	-	278	10037	6794	-	-	-	16.831
13/12	83	163	-	-	-	246	6555	7282	-	-	-	13.837
3/1/72	171	296	4	-	-	471	2263	7139	18	-	-	10.311
17/1	58	275	5	-	-	338	129	6589	41	-	-	6.759
31/1	4	278	8	-	-	290	26	4886	114	-	-	5.026
14/2	1	188	141	-	-	330	2	3098	416	-	-	3.516
29/2	-	215	158	-	-	373	-	1368	453	-	-	1.823
13/3	-	171	163	4	-	338	-	1006	545	-	-	1.551
29/3	-	190	264	10	-	464	-	634	638	-	-	1.272
10/4	-	72	385	96	-	553	-	40	12	7	-	59
17/4	-	-	476	131	-	607	-	31	9	12	-	52
24/4	-	-	59	532	i	592	-	5	17	i9	-	41
2/5	-	-	103	466	2	571	-	5	13	7	1	26
10/5	-	-	33	510	20	563	-	-	6	9	8	23
15/5	-	-	10	355	119	484	-	-	1	6	13	20
22/5	-	-	-	133	324	457	-	-	-	3	13	16
29/5	-	-	-	39	485	524	-	-	-	2	10	12
5/6	-	-	-	5	499	504	-	-	-	-	14	14
19/6	-	-	-	-	511	511	-	-	-	-	11	11
3/7	-	-	-	-	498	498	-	-	-	-	10	10
31/7	-	-	-	-	305	305	-	-	-	-	8	8

2) Evolution des cochenilles sur rameaux

Cette évolution suit le même schéma que celle sur feuilles avec toutefois une certaine accélération (Tableau II, Fig. 3). C'est ainsi que fin septembre, on observe, toute proportion gardée, deux fois plus de cochenilles L₂ sur rameaux que sur feuilles. Mais fin janvier, les proportions sur feuilles rejoignent celles observées sur rameaux. En février, le même décalage réapparaît: on note 2 fois plus de cochenilles L₃ sur rameaux que sur feuilles.

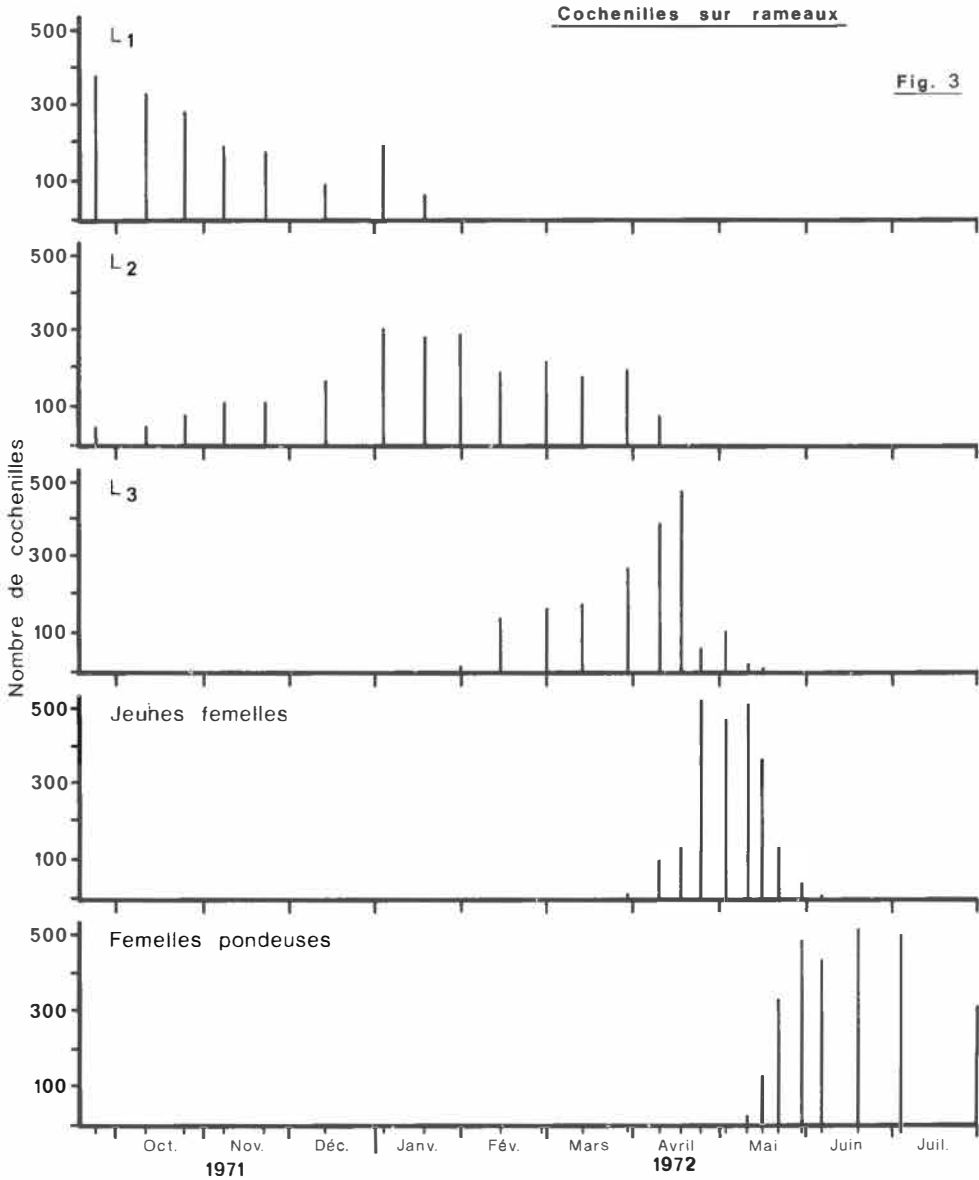


Fig. 3. Représentation graphique de l'évolution de *S. oleae* sur rameaux; il y a rarement plus de 2 stades simultanément: l'apparition d'un nouveau stade coïncide avec la fin du plus ancien. On remarque aussi que cette évolution n'a affecté que dans de faibles proportions les densités de début et de fin de cycle.

Tableau III. Stades évolutifs en pourcentages sur rameaux et feuilles.

Dates	Rameaux						Feuilles					
	L _m	L ₁	L ₂	L ₃	F _j	F _p	L _m	L ₁	L ₂	L ₃	F _j	F _p
22/6/71	15,7	63,6				20,7	5,57	94,43				
4/8	4,3	64,2				31,5	0,53	99,47				
27/9	-	90	10				95,6	4,4				
17/11	-	17,16	81,63	1,47				1,9	97,5	0,60		
31/1/72	-	1,3	96,1	2,6				0,5	97,3	2,2		
14/2	-	0,3	57	42,7				0,5	87,7	11,8		
13/3	-	-	50,60	48,22	1,18			-	64,87	35,13		
10/4	-	-	13	69,7	17,3			-	47,81	20,33	11,86	*
2/5	-	-	-	18,05	81,6	0,35						
29/5	-	-	-	-	7,44	92,56						

* à partir d'avril le nombre de cochenilles sur feuilles est tellement faible qu'il paraît être sans intérêt de continuer à établir des pourcentages entre les différents stades.

Au cours de la première quinzaine d'avril, la proportion des femelles jeunes est plus faible sur feuilles que sur rameaux où elles atteignent 17% de la population totale; début mai ce pourcentage passe à 82%. Toutefois, une fraction d'entre elles a déjà évolué en femelles pondueuses qui, fin mai, constituent le stade prédominant de l'ensemble.

Cette différence dans l'évolution de *S. oleae*, selon qu'elle a lieu sur feuilles ou sur rameaux, est illustrée par le tableau III et la fig. 4. Les deux premiers contrôles (22/6/71 et 4/8/71) ont été réalisés au moyen d'échantillons prélevés sur l'arbre et la proportion des adultes relativement plus importante dans le second dénombrement ne reflèterait qu'une variabilité d'échantillonnage.

Par ailleurs, la proportion des nouvelles-nées est plus élevée sur rameaux que sur feuilles, puisque c'est là qu'elles quittent la carapace maternelle. (les adultes sur feuilles sont rarissimes). Les organes foliaires exceptés les jeunes pousses de l'été, sont alors rapidement envahis par les larves mobiles qui s'y fixent aussitôt. Quant aux L₁, L₂, L₃, aux jeunes femelles et aux adultes mûrs, ils apparaissent d'abord sur les rameaux, puis sur les feuilles. Il n'est pas exclu que ce développement différentiel puisse être d'ordre nutritionnel ou simplement l'expression de gradients microclimatiques locaux.

Evolution de *S. oleae* suivant l'organe végétal

Fig. 4

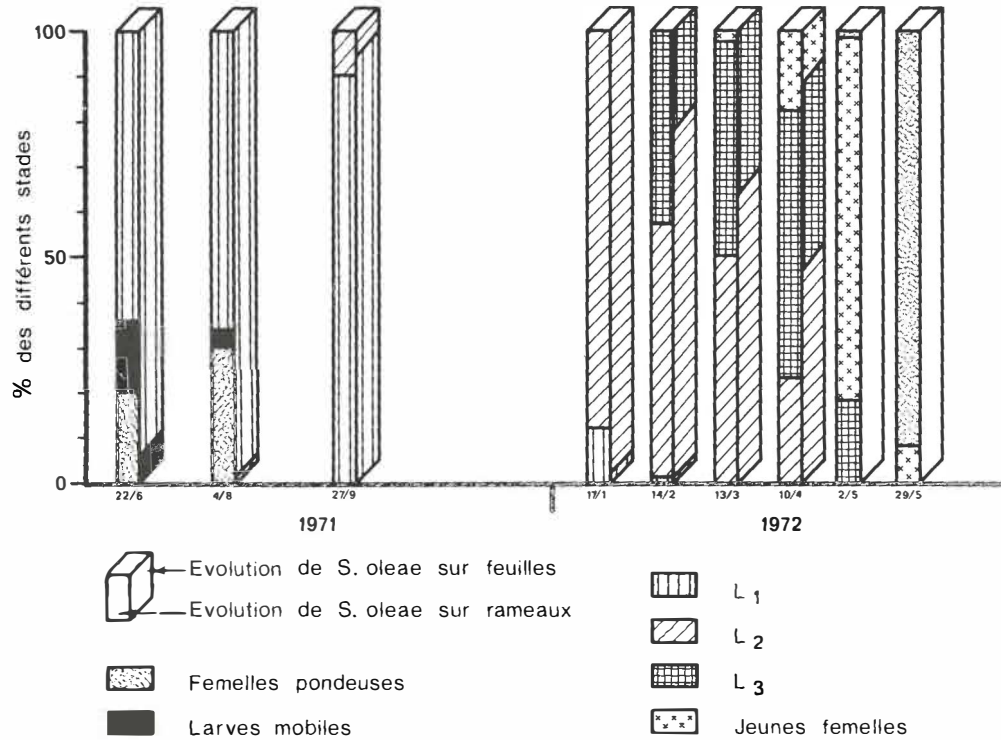


Fig. 4. Stades évolutifs de *S. oleae* exprimés en pourcentages suivant la nature du support végétal. Ces différents stades apparaissent d'abord sur rameaux, puis sur feuilles.

A la 2^{ème} quinzaine d'avril on constate que les feuilles, rameaux et branches sont littéralement recouverts de miellat à tel point que celui-ci s'égoutte sur le sol à la manière d'une pluie fine. Ceci correspond évidemment à la période d'alimentation intense des cochenilles préparant les réserves destinées à la vitellogénèse.

B) Distribution de *S. oleae* au niveau de la branche étudiée

La mise sur fiche de chaque feuille, rameau secondaire, et portion de la branche principale a permis de suivre *in situ* l'évolution et le mode de répartition de la cochenille tortue.

1) Sur feuilles

Fin septembre, la cochenille se trouve au stade L_1 (95%), et sa répartition sur feuilles s'apparente à une loi normale, se traduisant par une courbe très étalée. (Tableau IV, fig 5a). La contamination est très hétérogène et varie exactement de 25 à 255 individus par feuille avec une moyenne de $116 \pm 1,6$ au risque de 5%. Les organes foliaires, de par leur position sur la branche, ne paraissent pas exercer un tactisme particulier, sur les L_1 . Celles-ci, en effet semblent se fixer indifféremment sur les feuilles et l'analyse des dénombrements ne permet pas d'affirmer l'existence d'un quelconque gradient dans le degré de contamination.*

Au niveau de la feuille les cochenilles paraissent, en revanche, avoir un préférendum pour la région médiane. C'est là qu'on les trouve fixées, le plus souvent, formant des colonies denses tout le long de la nervure principale. Il en résulte que la dispersion des L_1 , au niveau de la surface foliaire peut être considérée du type "contagieux" et s'écarte par conséquent de celle observée sur les feuilles. Celle-ci se rapproche d'une distribution normale.

A la fin de l'automne, le nombre moyen d'individus par feuille ($75 \pm 2,4$) a considérablement diminué, tandis que le degré d'infestation tend à s'homogénéiser: ce qui est illustré par la courbe (b) de la figure 5, moins étalée que (a); cette modification de la répartition pourrait être liée à l'arrivée de nouvelles cochenilles sur les feuilles les moins attaquées: dans ce cas elles proviendraient soit des feuilles qui présentaient une forte contamination, soit des feuilles qui allaient tomber. (Nous avons noté en effet la

* Toutefois, si on calcule le coefficient de dispersion $\lambda^2 = \frac{\text{variance}}{\text{moyenne}}$ on trouve que λ^2 est supérieur à 1 ce qui signifie que la dispersion ne se fait pas au hasard, mais qu'elle est en agrégats.

Distribution spatiale des cochenilles sur feuilles de lime

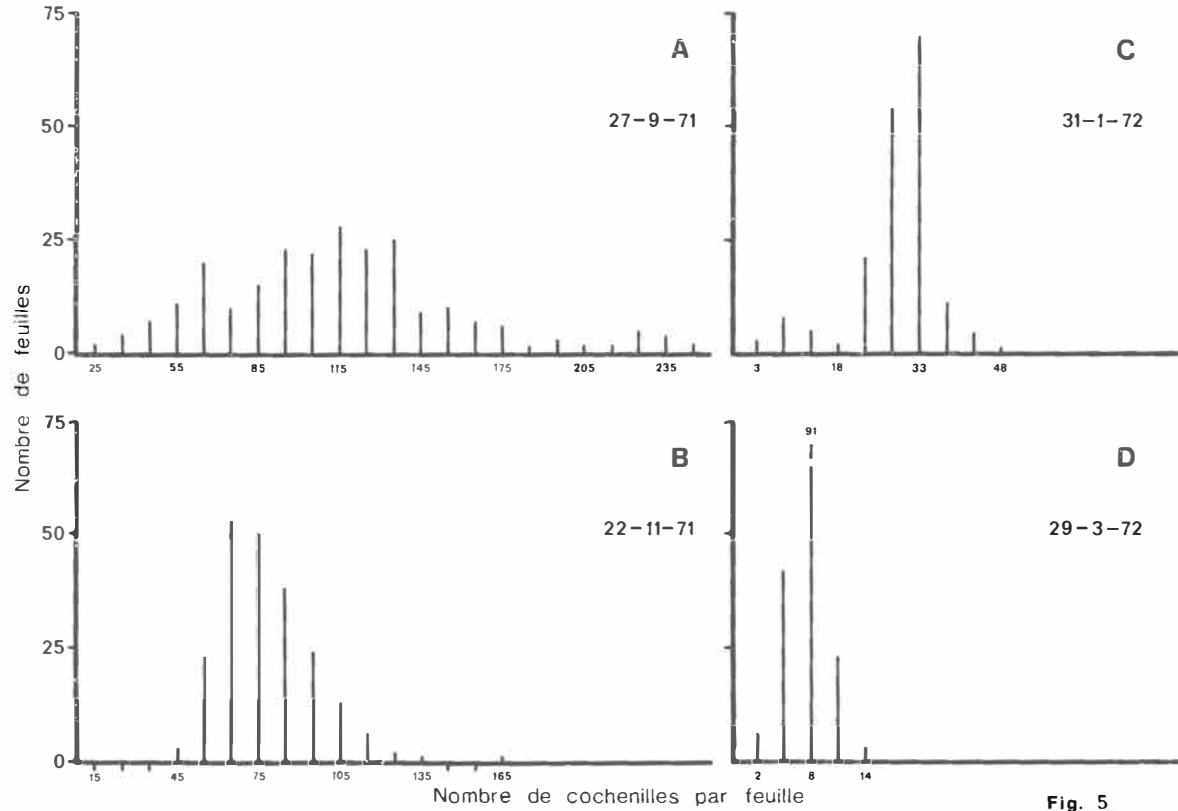


Fig. 5

Fig. 5. Mode de dispersion de *S. oleae* sur feuilles en rapport avec les stades évolutifs. Les L_1 présentent une répartition suivant une courbe en cloche très étalée (fig. a). A la suite de la mortalité automnale cette courbe est décalée vers la gauche (fig. b). Les L_2 se répartissent aussi suivant une courbe en cloche, mais moins étalée (fig. c). Fin mars, la contamination des feuilles est très faible, mais elle tend à s'homogénéiser (fig. d).

Tableau IV. Dispersion de *S. oleae* sur feuilles en fonction du temps.

27/9/1971			22/11/71			31/1/72			29/3/72				
Nbre de coch.par feuille	Centre de l'int.	Nombre de feuilles	Nbre de coch.par feuille	Centre de l'int.	Nombre de feuilles	Nbre de coch.par feuille	Centre de l'int.	Nombre de feuilles	Nbre de coch.par feuille	Centre de l'int.	Nombre de feuilles		
21- 30	25	2	22- 20	15	1	1- 5	3	3	1- 3	2	6		
31- 40	35	4	21- 30	25	-	6-10	8	8	4- 6	5	43		
41- 50	45	7	31- 40	35	-	11-15	13	4	7- 9	8	91		
51- 60	55	11	41- 50	45	3	16-20	18	2	10-12	11	23		
61- 70	65	20	51-60	55	23	21-25	23	21	13-15	14	2		
71- 80	75	10	61- 70	65	53	26-30	28	54					
81- 90	85	15	71- 80	75	50	31-35	33	70					
91-100	95	25	81- 90	85	38	36-40	38	10					
101-110	105	22	91-100	95	24	41-45	43	4					
111-120	115	28	101-110	105	13	46-50	48	1					
121-130	125	23	111-120	115	6								
131-140	135	25	121-130	125	2								
141-150	145	9	131-140	135	-								
151-160	155	10	141-150	145	-								
161-170	165	6	151-160	155	-								
171-180	175	6	161-170	165	1								
181-190	185	1											
191-200	195	3											
201-210	205	1											
211-220	215	2											
221-230	225	5											
231-240	235	4											
241-250	245	-											
251-260	255	2											
Nombre total de feuilles examinées		239				214				177			165

Tableau V. Distribution des cochenilles sur les rameaux âgés (chiffres rapportés à 100 cm de rameau)

Branche charpentiere														
Numéro d'ordre	A			B			B							
	I	II	III	IV	V	VI	1	2	3	4	5	6	7	8
∅ x'cm x 100	232	200	175	127	95	70	57	63	38	50	31	41	31	38
31/1/72	7	12	10	6	12	49	22	9	25	12	43	29	38	60
24/4/72	7	19	49	47	41	83	118	34	34	134	68	59	148	356
29/5/72	7	19	19	33	38	83	104	30	43	106	34	39	39	372

Rameaux secondaires																	
∅ x'cm x 100	A																
	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
∅ x'cm x 100	60	41	44	44	57	44	31	44	63	38	73	44	31	38	60	44	38
31/1/72	38	46	75	55	48	21	245	66	76	25	28	28	120	169	366	164	64
24/4/72	85	100	96	80	83	115	169	66	115	47	38	82	80	320	66	35	48
29/5/72	100	77	84	101	108	100	377	80	100	27	80	64	26	169	0	140	48

Tableau VI. Relation entre le diamètre (x') des rameaux exprimé en cm (x' = x X 100) et le nombre de cochenilles par 100 cm de rameau.

diamètre x' = x X 100	Centre de l'intervalle	Contrôles		
		31/1/72	24/4/72	29/5/72
31-35	33	111	113	119
36-40	38	56	161	132
41-45	43	64	79	85
46-50	48	12	134	106
51-55	53	-	-	-
56-60	58	118	88	78
61-65	63	42	74	65
66-70	68	-	-	-
71-75	73	28	38	50

chute de 30 feuilles).

Fin janvier, la densité moyenne de cochenilles par feuille ($29 \pm 1,2$) est encore plus faible, la courbe (c) de la figure 5 présente en outre un étalement vers la gauche par rapport à la médiane; cet décalage correspond à la présence d'un nombre important d'organes foliaires faiblement contaminées. Tout se passe donc comme si la régression de la densité des cochenilles s'opérait avec une intensité inégale selon les feuilles. Il en résulte que la forme de distribution de *S. oleae* tend de nouveau à suivre une loi normale. Deux mois après, la population foliaire tombe à un très faible niveau (7,5 individus par feuille): l'examen de la figure 5d, montre que cette chute affecte toutes les feuilles mais particulièrement les plus contaminées. Il s'ensuit que le mode de répartition des cochenilles en mars diffère peu de celui observé fin janvier. Toutefois, du fait de la réduction importante de la densité de *S. oleae* au niveau des feuilles, la courbe représentative (fig. 5d) est décalée davantage vers la gauche.

Courant avril, les cochenilles sur feuilles se raréfient progressivement et ainsi qu'il a été souligné précédemment, ne parviennent au stade adulte que 3% de la population totale.

2) Sur rameaux

L'analyse de la dispersion des cochenilles sur rameaux est plus délicate, du fait même de la complexité des facteurs qui entrent en jeu: grosseur des rameaux et leur position respective par rapport à la branche charpentière: l'âge de la cochenille et sa mobilité incessante durant tous les jeunes stades rendent les dénombrements peu reproductibles d'un contrôle à un autre. Cependant, si on limite à trois les périodes étudiées, correspondant respectivement à la présence massive des L_2 , des femelles jeunes et des adultes, il est possible de donner une image assez fidèle de la répartition des cochenilles sur rameaux.

Les résultats consignés dans le tableau V sont rapportés à 100 cm de longueur de rameau. En ce qui concerne la branche charpentière, la dispersion centrifuge de *S. oleae* est évidente: il y a moins de cochenilles à la base (diamètre 2,32 cm) de la branche qu'à l'extrémité (0,70 cm).

Quant aux rameaux secondaires, il n'a pas été possible d'établir une relation entre le taux d'infestation et leur position topographique sur la branche charpentière. Par contre, nous avons mis en évidence une corrélation négative entre la densité des cochenilles au stade adulte et le diamètre (\bar{x}) des

Contrôle du 29-5-71

Fig. 6

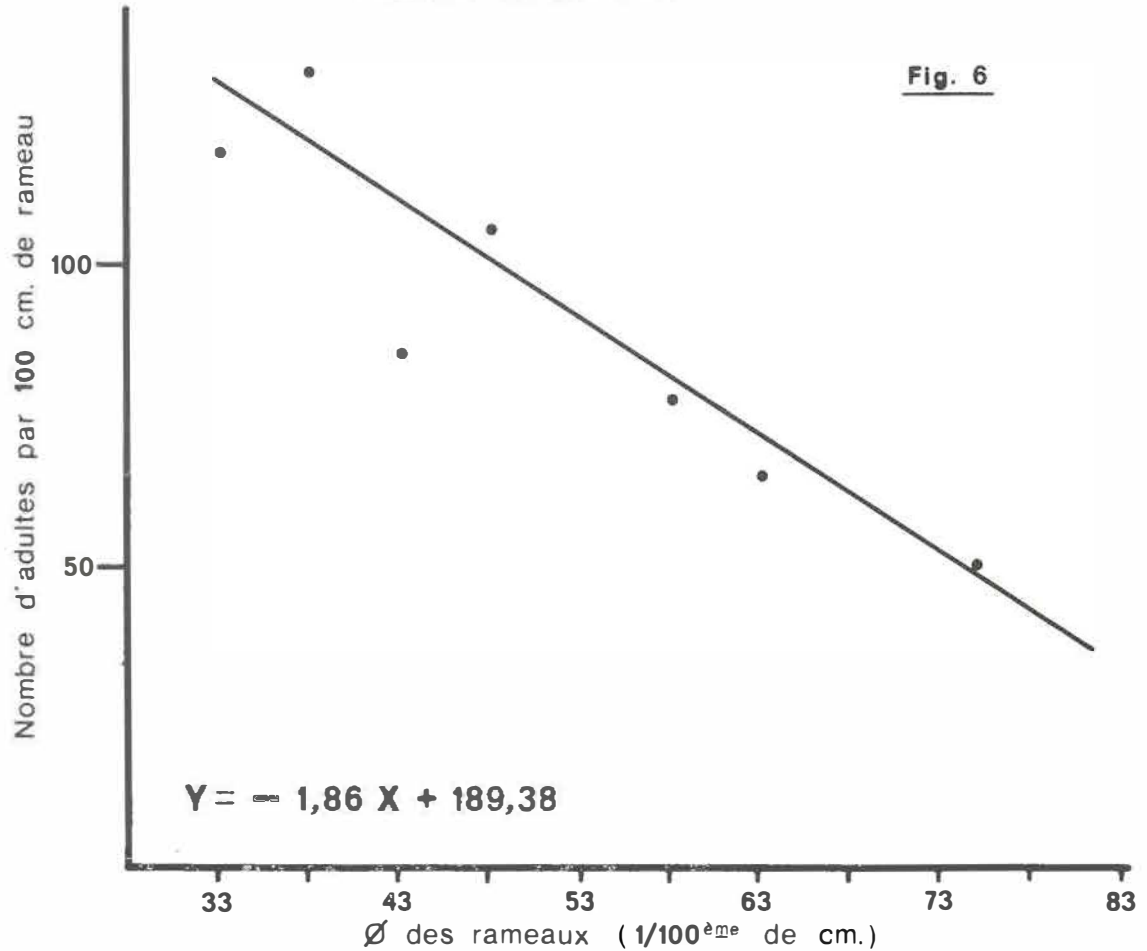


Fig. 6. Relation entre la densité des cochenilles adultes et le diamètre des rameaux ($x' = x \text{ cm} \times 100$). Les cochenilles sont plus denses sur des rameaux de faibles diamètres.

rameaux exprimé en cm. Les rameaux de faibles diamètres supportent moins de cochenilles que les rameaux de diamètres plus importants (Tableau VI et la figure 6).

Par ailleurs, à la suite de la migration des cochenilles, leur présence sur rameaux est maximum dans le courant d'avril. L'envahissement de ces derniers est d'autant plus marqué qu'ils étaient initialement moins contaminés (excepté le rameau No 22 qui voit sa densité passer de 169 à 320 individus par 100 cm de rameau).

Tableau VII. Répartition en pourcentages de la densité de *S. oleae* suivant les organes de l'arbre.

Dates	Rameaux âgés	Rameaux de l'année	Feuilles de l'année	Feuilles âgées	
				face supér.	Face infér.
22/6/71	4,29	-	-	58,48	37,25
4/8/71	4,13	-	-	33,26	62,61
11/10/71	1,34	-	-	38,72	59,94
13/12/71	1,74	-	-	39,61	58,65
14/2/72	7,71	0,91	0,86	34,51	56,87
13/3/72	14,51	3,33	1,1	29,85	51,22
10/4/72	76,22	12,70	1,60	2,09	7,39
22/5/72	85,41	11,74	1,51	-	1,34

Fin mai, on enregistre une légère baisse du niveau général de la population, mais cette chute ne touche que certains rameaux, alors que d'autres affectent un léger accroissement. Ce ne sont pas toujours les rameaux les moins contaminés qui sont les plus recherchés (le No 8, par exemple, passe de 356 à 372 individus par 100 cm). Si l'on se réfère à la grosseur des rameaux cette recrudescence de fin de printemps a touché aussi bien les rameaux de faibles diamètres que ceux de diamètres plus importants (Tableau V).

Si l'on compare maintenant la répartition de *S. oleae* en fonction de l'organe-hôte ou de l'âge de celui-ci (rameaux ou feuilles; rameaux âgés ou de l'année ... (tableau VII, fig. 7), on constate que dès leur éclosion les larves restent sur les rameaux ne représentant guère plus de 4% de la population totale; la quasi totalité des nouvelles-nées se portent en effet sur les feuilles (dispersion centrifuge) dont la face supérieure semble être la plus recherchée (58,48% contre 37,25%). Mais, à partir d'août, c'est la face inférieure qui abrite davantage d'individus. (62,61% contre 33,26%). Ce renversement des proportions découlerait vraisemblablement d'une mortalité différentielle, elle-même liée à l'action des facteurs climatiques plus sensibles à la face supérieure qu'à la face inférieure de la feuille.

Il est intéressant de noter que le taux de cochenilles sur rameaux, par ailleurs faible, varie peu jusqu'à février; c'est à partir de cette époque qu'il enregistre un léger accroissement, lui-même consécutif à l'apport de cochenilles jusqu'alors sur feuilles. Ce phénomène est attesté par l'envahissement des jeunes pousses de l'automne qui étaient jusque-là indemnes. Ce processus se poursuit en s'accélégrant jusqu'à mai où la proportion d'individus

Répartition en pourcentages de la densité de *S. oleae*
suivant les organes de l'arbre

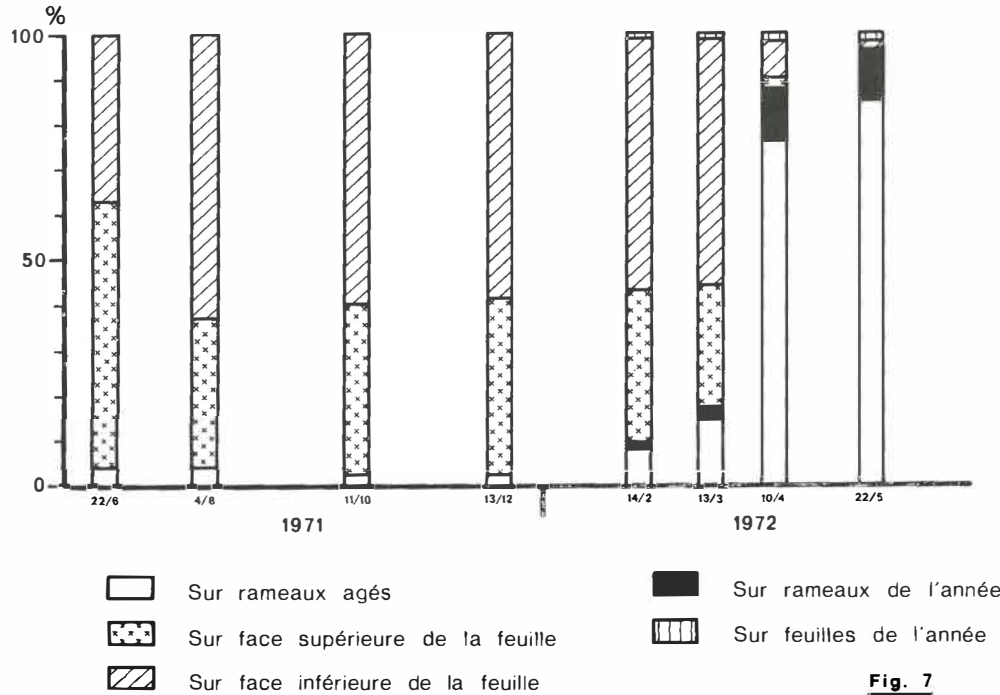


Fig. 7

Fig. 7. Répartition en pourcentages de *S. oleae* suivant la nature et l'âge du végétal. La contamination des jeunes pousses s'effectue à partir de février. En fin de cycle, les rameaux abritent la quasi-totalité des cochenilles adultes.

sur rameaux atteint 97% dont 11% sur rameaux de l'année; les 3% restant se répartissent par moitié entre feuilles âgées et feuilles de l'année.

Mais si ces pourcentages sont rapportés à des unités de mesure: le cm pour les rameaux et le cm^2 pour les feuilles dont la surface est calculée d'après la formule d'Onillon & col. (1971), on trouve pour 100 cm de rameaux et 100 cm^2 de feuille: 58 adultes sur rameaux âgés, 63 sur rameaux jeunes, 0,7 sur feuilles de l'année et 0,07 sur feuilles âgées. Il apparaît ainsi qu'il y a presque autant de cochenilles adultes sur rameaux âgés que sur rameaux jeunes, mais 10 fois plus sur feuilles jeunes que sur feuilles âgées.

C) Quelques facteurs de régulation des populations de *S. oleae*

On est parti de l'hypothèse qu'en dehors du stade mobile, la cochenille présente des déplacements de faible amplitude (Panis, 1970); par suite, on peut supposer, que moyennant quelques précautions, la branche sélectionnée constitue un système assez clos, ne communiquant pas avec le reste de l'arbre: il suffirait dès lors pour évaluer le taux de mortalité, de dénombrer à chaque contrôle les survivants. Cette méthode n'est toutefois applicable qu'aux stades fixés; en ce qui concerne les larves néonates, en raison de leur mobilité, de leur multitude et de la petitesse de leur taille, il serait aléatoire d'utiliser une telle technique; quant aux prélèvements d'échantillons, ils présentent l'inconvénient d'être variables d'un contrôle à un autre, ce qui rendrait l'interprétation des résultats assez incertaine.

Si l'on connaît le nombre de femelles pondueuses et la fraction de leur descendance fixée au niveau de la branche étudiée, la fraction des individus "perdus" ou morts pour une grande part, pourrait être établie de la façon suivante: la ponte moyenne d'une femelle étant de 1060 oeufs, le taux de mortalité embryonnaire de l'ordre de 3%, la descendance d'une femelle oscille autour de 1028 individus; ainsi, connaissant le nombre (n) de femelles pondueuses de la branche étudiée, on calcule la capacité de multiplication de *S. oleae* ($1028 \times n$) somme dont on soustrait les survivants du début de l'automne: ce résultat permettrait de déterminer approximativement le taux de mortalité estivale (en négligeant la fraction perdue des larves mobiles qui seraient notamment emportées par le vent). Pour l'établissement du taux de mortalité dans la suite du cycle évolutif de *S. oleae*, il a suffi en lère analyse de prendre en considération les périodes hivernale et printanière; les résultats sont indiqués dans le tableau VIII.

On notera que le taux de mortalité le plus élevé (97%) est observé durant l'été

Tableau VIII. Evolution du taux de mortalité au sein d'une génération de *S. oleae*

Periodes	Survivants	Décès	Quotient de mortalité
25/5/71 au 27/9/71	1.073.232	1.045.521	97 % *
28/9/71 au 2/9/72	2.774	25.417	90 %
1/3/72 au 29/5/72	2.294	1.753	76,4%
30/5/72 au 31/7/72	541	54	10 %

* résultat obtenu par extrapolation (voir texte).

où les conditions climatiques sont les plus sévères: maximum de température: 43° (juillet) et minimum d'humidité relative: 53% (août). C'est également à cette époque que la cochenille se trouve aux stades les plus vulnérables (stade mobile et L₁). Les autres stades (L₂ et L₃) n'apparaissent pas cependant moins sensibles à l'action du froid (minimum de température: 4°) puisque le taux de mortalité demeure élevé (90%) et ne descend à 76% qu'au cours de printemps; ces pourcentages correspondent principalement à l'action des facteurs écologiques, vu le taux de parasitisme insignifiant (1% dû à *Aphycus flavus* Howard et le rôle limité de *Chilochorus bipustulatus* Linné, bien que ce rôle n'ait pas été quantifié.

Il en est autrement du parasite oophage *Scutellista cyanea* Motschulsky dont la larve se développe aux dépens des oeufs de *S. oleae*: le taux de cochenilles parasitées par ce Ptériomalide est de l'ordre de 10%.

D) Discussion et conclusion

A la Soukra, zone côtière située au Nord-Est de Tunis, *S. oleae* Bern. présente sur lime une seule génération par an. Ceci est à rapprocher des observations de Peleg (1965) sur cette lécanine dans la plaine côtière d'Israël; mais, dans cette région, les femelles pondueuses apparaissent deux mois plus tôt qu'à la Soukra où les adultes ne sont observés qu'à partir du début de mai; l'éclosion des oeufs qui commence trois semaines plus tard, se poursuit jusqu'à début d'août. A cette éclosion étalée correspond un échelonnement du stade mobile qui est de courte durée: 2 jours selon Avidov (1970). Le stade L₁, en revanche, se prolonge jusqu'à la fin de décembre, témoignant ainsi d'un net ralentissement dans le développement de la cochenille (Peleg, 1965). Il est peu probable qu'il s'agisse là d'une diapause (Bodenheimer, 1951), étant donné le caractère progressif, bien que lent, de la transformation des L₁ en L₂; celles-ci se forment en effet dès la fin de septembre, passent

l'hiver et n'évoluent en L₃ qu'au début du printemps. La croissance des larves L₃ est relativement rapide et fait suite à une nutrition importante se traduisant par un rejet abondant de miellat. C'est au cours de novembre que cette activité nutritionnelle est observée en Israël (dans Avidov, 1970). Les femelles jeunes se manifestent dans le courant d'avril et se transforment en femelles pondeuses au cours du mois de mai.

Ces dernières se rencontrent essentiellement sur rameaux (97%), mais leur descendance se porte, dès l'éclosion, sur les organes foliaires qu'elles envahissent (dispersion centrifuge) et forment 96% de la population totale; la face supérieur semble d'abord être la plus recherchée, par la suite c'est la face inférieure qui héberge davantage de cochenilles. Au cours de l'hiver, certaines cochenilles émigrent des feuilles sur les rameaux et s'y fixent: il serait intéressant de connaître la nature des stimuli à l'origine de ces déplacements. C'est à la faveur de ces migrations que s'opère la contamination des nouvelles pousses. A la fin du printemps, si les jeunes rameaux sont aussi infestés que les plus âgés, il en est autrement des feuilles; pour une surface égale, les feuilles de l'année abritent 10 fois plus de cochenilles que les plus anciennes. Nous avons vu par ailleurs, que le procédé consistant à ne considérer qu'une branche de l'arbre ne rendait qu'imparfaitement compte des facteurs de mortalité. Nous avons néanmoins essayé d'estimer la capacité de multiplication de *S. oleae* par la quantification des oeufs éclos. Si la ponte moyenne d'une femelle (1060 oeufs) est quelque peu différente de celle (800) avancée par Avidov (1970), le taux de mortalité estivale (97%) évaluée indirectement, par contre, ne s'écarte que peu de celui observé par d'autres chercheurs: 98% (Argyriou, 1963), 99,9% (Orphanidis & Kalmoukos, 1970); selon ces deux derniers auteurs, cette destruction massive est due au synchronisme d'action des facteurs non parasitaires et l'existence d'un taux élevé des stades jeunes et sensibles. Il importe toutefois de noter que cette destruction demeure importante en hiver (90%) où les larves se trouvent à un stade évolutif plus avancé. En réalité, comme l'a souligné Bénassy (1965), les basses températures agissant sur les individus en cours d'évolution seraient un facteur de mortalité non négligeable. Mais il est étonnant de remarquer que durant le printemps cette mortalité demeure assez élevée (74%) bien que l'action parasitaire soit faible; et ce n'est qu'au début de l'été que celle-ci se fait sentir par l'intervention de *Scutellista cyanea* sur les femelles pondeuses. Cette action reste pourtant limitée.

Résumé

Dans la région de Tunis, *S. oleae* présente sur *Citrus limonia*, une génération par an avec chevauchement de 2 stades: l'apparition d'un nouveau stade coïncide avec la fin du plus ancien. A la suite d'une mortalité différentielle sensible surtout en été et de la migration en hiver des L_2 se trouvant initialement sur feuilles pour aller se fixer sur rameaux et jeunes pousses, rares sont les cochenilles adultes qui restent sur feuilles (3%). La mortalité due aux facteurs climatiques, affecte à des degrés divers tous les stades et n'épargne que les femelles pondueuses. Celles-ci sont en revanche, soumises à l'action parasitaire de *Scutellista cyanea*. Mais le rôle de ce parasite en tant que facteur de limitation des populations de cette lécanine est trop faible au regard de celui des facteurs abiotiques.

Summary

In Tunis area, *S. oleae* (Bernard) exhibits only one generation a year on *Citrus limonia* with overlapping of two stages: appearance of a new stage occurs at the end of the oldest. After the differential mortality, obvious mainly in summer and the migration in winter, of the L_2 which leaves the leaves to settle on twigs and young shoots, adult scales remaining on leaves are very seldom seen (3%). Mortality due to climatic factors affects in some extent more or less all stages and only laying females are spared. These are however under parasiting actions of *S. cyanea*. But the effectiveness of this parasite as a regulating factor for the population of this scale is too low in comparison to abiotic factors.

Bibliographie

- ARGYRIOU, L.C., 1963. Studies on the morphology and biology of the black Scale (*Saissetia oleae*) (Bernard) in Greece.
Ann. Inst. Phytopath. Benaki N.S., 5, 353-377.
- AVIDOV, Z., 1970. Biology of Natural enemies of *Citrus* scales insect and the development of methods for their mass production.
The Hebrew University of Jerusalem Faculty of Agriculture, Rehovot, Israël, 247 pp.
- BENASSY, C., 1965. Que penser aujourd'hui du problème *Saissetia oleae* Bern. dans le Sud-est de la France.
Inf. oléicoles Int. 30, 41-46.
- BIBOLINI, C., 1958. Contributo alla Conoscenza delle cocciniglie dell'olive II *S. oleae* Bern.; (Homoptera cocc.).
Frustula entomologica, 95 pp.

- EBELING, W., 1959. Subtropical fruit Pests.
Univ. of California, Div. of Agricultural Sciences, 183-186.
- JARRAYA, A., 1970. Etat phytosanitaire des Agrumes de Tunisie et perspective de lutte contre leurs principaux ravageurs.
Al Awamia, 37, 85-89.
- ONILLON, J.C., ONILLON, J. et TAMASSONE, R., 1971. Contribution à l'étude de la dynamique des populations d'Homoptères inféodés aux Agrumes. I - Estimation de la surface d'une feuille en fonction de ses deux plus grandes dimensions.
Ann. Zool. Ecol. Anim., 3, (2), 183-193.
- ORPHANIDIS, P.S. et KALMOUKOS, P.E., 1970. Observations sur la mortalité de *Saissetia oleae* Bern. sous l'action des facteurs non parasitaires. "Comparaison avec l'action correspondante de quelques facteurs biotiques".
Annls Inst. Phytopath. Benaki, N.S., 9, 183-200.
- PANIS, A., 1970. Méthode d'estimation de la densité de population de *Saissetia oleae* Bern. (Homoptera, Coccoidea, Coccidae) sur Agrumes pour une étude écologique à l'échelle d'un arbre.
Al Awamia, 37, 25-31.
- PELEG, A.B., 1965. Observations on the life cycle of the black scale. *Saissetia oleae* Bern., on *Citrus* and olive trees in Israël.
Israël Journal Agric. Res. 15: 1, 21-26.
- SIGWALT, B., 1971. Les études de démographie chez les cochenilles diaspines. Applications à trois espèces nuisibles à l'oranger. Cas particulier d'une espèce à générations chevauchantes: *Parlatoria ziziphi* Lucas.
Ann. Zool. Ecol. Animale, 3, (1), 5-15.
- TOUZEAU, J., 1960. Essai de lutte contre la cochenille tortue *Saissetia oleae*. Rapport d'activité et d'expérimentation en Défense des Cultures, 5, 68-71.
- TOUZEAU, J., 1962. Nouveaux essais de la lutte contre la cochenille tortue de l'olivier, *Saissetia oleae*. Rapport d'activité et d'expérimentation en Défense des cultures, 7, 3-7.
- VASSEUR, R. et SCHVESTER, D., 1957. Biologie et écologie du Pou de San José (*Quadraspidiotus perniciosus* Comst.) en France.
Ann. I.N.R.A., ser. C Epiphyties, 8, 5-66.

ETUDE DE L'EFFICACITE ET DE L'ACCLIMATATION
D'*APHYTIS MELINUS* DE BACH AU MAROC

par

M. ABASSI et G. EUVERTE

Direction de la Recherche Agronomique - Laboratoire de Lutte
Biologique - Rabat - Maroc

Les études entreprises depuis 1964 sur les possibilités d'utilisation de la lutte biologique contre *Aonidiella aurantii* Mask. au Maroc (Benassy et Euverte, 1967, 1968a, 1968b, 1970; Euverte, 1970) ont donné lieu à la mise en route à Ksiri d'un Insectarium privé de production d'*Aphytis melinus* (Cazelles, Bertin et Cultrut, 1972) en vue de hâter maintenant la dispersion du parasite dans toutes les plantations envahies.

Or, dans la région du Rharb, l'existence de traitements phytosanitaires dans bon nombre de vergers en entravant l'action du parasite introduit ajoute une difficulté supplémentaire pour essayer d'apprécier exactement son efficacité d'un point de vue pratique.

Pour tenter d'obtenir des précisions dans ce domaine de nouvelles observations furent entreprises, au moyen d'un prélèvement bimensuel d'échantillons, dans deux vergers distincts situés dans la zone d'action de l'Insectarium de Mechra-bel-Ksiri.

Les vergers de référence

Le premier verger, situé près de Ksiri est planté en Valencia late. Depuis le 20 août 1971, date à laquelle cette plantation a été traitée contre le Pou de Californie par fumigation à l'H.CN., des lâchers périodiques d'*Aphytis melinus* y furent entrepris. Sur les 808 arbres de la plantation, 74 reçoivent chacun 5.000 *A. melinus* environ tous les mois; ce rythme s'accélère à un lâcher tous les quinze jours quand la production du parasite le permet.

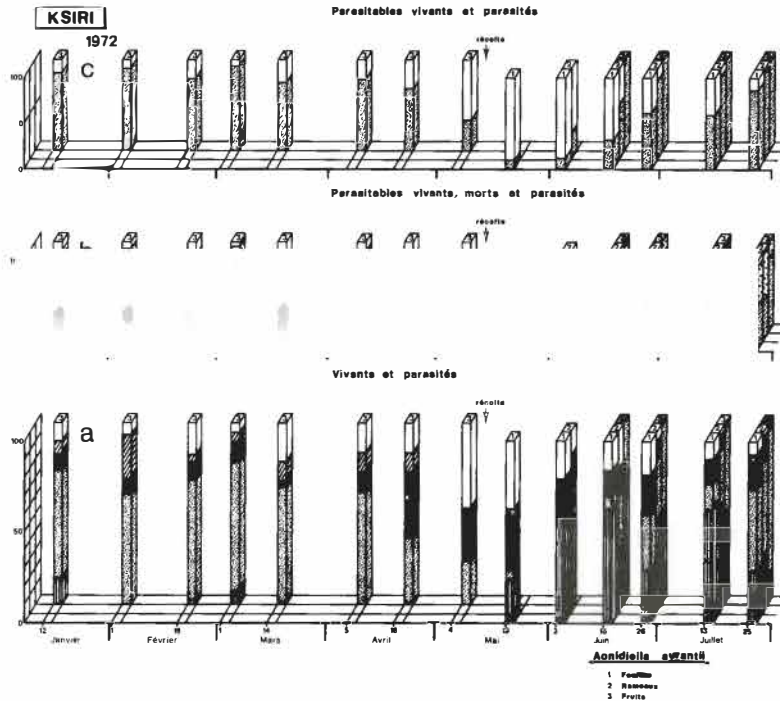


Fig. 1. Verger de Ksiri (Valencia late). Représentation de l'évolution des populations d'*Aonidiella auranti* et d'*Aphytis melinus* sur feuilles, rameaux et fruits.

- a. Population groupant tous les individus vivants et parasités dénombrés.
- b. Population groupant uniquement les stades susceptibles d'être attaqués par *Aphytis*, qu'ils soient vivants, morts ou parasités.
- c. Population groupant parmi les stades susceptibles d'être attaqués par *Aphytis*, ceux qui sont vivants et parasités.

Le deuxième verger, également planté de Valencia late est localisé dans une Station de la Recherche Agronomique, situé à Allal Tazi, à 40 kilomètres à l'Ouest de la plantation précédente. Après avoir observé un parasitisme relativement important dans ce verger n'ayant jamais reçu de parasites, il fut décidé en 1970 de laisser sans traitement chimique un groupe de 23 arbres, au Nord-Ouest de la parcelle. Pour la campagne 1971, la superficie de cette parcelle de référence a été portée à 110 arbres, par suite des besoins d'une étude économique nécessitant un échantillonnage accru.

Modalités de l'étude

L'étude de l'évolution des populations a été réalisée par dénombrements sous loupe binoculaire, des différents stades de cochenilles vivantes, mortes et parasitées sur fruits de Valencia, jusqu'à la récolte, puis sur feuilles, rameaux et jeunes fruits.

Les graphiques des figures 1 et 2 représentant l'état des populations de chaque verger aux diverses dates, sont établis en regroupant les stades de cochenilles, selon leur développement et leur susceptibilité au parasitisme par *Aphytis*, en:

- Larves mobiles et 1er stades fixés: non parasitables car trop jeunes.
- Deuxièmes stades femelles et mâles (Pro-nymph) et Femelles I: parasitables (vivants, morts et parasités) en dehors de la période de mue.
- Femelles II et Femelles III: non parasitables à ce stade échappant ainsi à l'action des *Aphytis* et qui représentent le potentiel de recontamination des arbres.
- Nymphes et adultes mâles: non parasitables à ce stade et échappant à l'action des *Aphytis*.

Les trois séries de représentations graphiques a, b, c, portées sur une même figure, concernent les populations de cochenilles vivantes, mortes et parasitées; elles permettent de suivre l'évolution des populations tant de cochenilles que de parasites dans le temps.

La présence, l'absence et l'importance proportionnelle de chaque fraction des populations sont mises en évidence à l'occasion de chaque comptage. Il est possible de comparer la succession de ces comptages à une série de photographies dont l'une n'a pas forcément de rapport direct avec celle qui la précède ou la suit. Des dénombrements effectués à des intervalles plus serrés, cinq à six jours au lieu de quinze par exemple, permettraient une meilleure approche de la réalité et feraient mieux ressortir les variations de la composition des populations. Cela n'est guère réalisable cependant, car un seul comptage dé-

mande au moins trois heures à deux opérateurs entraînés; de plus, la récolte des échantillons nécessite des déplacements jusqu'à Ksiri (130 km) et occupe toute une journée.

Quoiqu'il en soit, un échantillonnage et des comptages tous les 15 jours permettent d'apprécier les variations saisonnières de la composition des populations de façon suffisante pour en tirer des renseignements d'ordre biologique.

La première série de représentations graphiques (Fig. 1a, Fig. 2a) concerne la population d'individus vivants et parasités du Pou de Californie depuis le début de l'hiver jusqu'au milieu de l'été; elle traduit la persistance de l'action des *Aphytis* durant cette même période.

La deuxième série de représentations graphiques (Fig. 1b, 2b) concerne les stades parasitables de cochenilles, vivants, morts et parasités; elle permet d'apprécier "la coïncidence" entre la présence des *Aphytis* en verger et celle des stades parasitables d'*Aonidiella*. De plus, les fluctuations enregistrées au niveau des stades parasitables morts, soit naturellement (climat), soit du fait des prédateurs et de l'action prédatrice des *Aphytis* (piqûres nutritionnelles), permettent de comprendre les variations importantes de la population d'*Aphytis* (défaut de coïncidence).

La troisième série de représentations graphiques (Fig. 1c, 2c) concerne seulement les stades parasitables d'*Aonidiella* vivants et parasités, ces derniers pouvant être à leur tour vivants ou morts; elle permet, de façon plus précise, d'apprécier "la coïncidence" et d'estimer le potentiel de multiplication des *Aphytis*.

Parmi ces stades de cochenilles parasitables, il n'a pas été distingué:

1. Ceux, qui venant juste de muer pour la première fois, c'est-à-dire, les très jeunes deuxième stades, du fait de leurs faibles dimensions, ne semblent pas être véritablement parasitables.
 2. Les deuxième stades qui, en fin d'évolution ont commencé leur mue, ne sont pas parasitables jusqu'à ce qu'ils parviennent au stade de Femelle I. *
- Ainsi, selon la saison, le nombre réel de stades parasitables est moindre que ne l'indiquent les graphiques; ceci explique l'absence de parasite sur jeunes fruits en juin, époque durant laquelle la plupart des deuxième stades observés sont très jeunes et les Femelles I, absentes.

* Femelle I: femelle n'ayant pas encore constitué son bouclier ventral.

Analyse des résultats obtenus

a. A partir des comptages

L'étude des graphiques des deux vergers permet les constatations suivantes:

- *Aphytis* est présent dans les deux vergers à chaque observation (Fig. 1c, 2c). Il y est de façon moins importante à Ksiri qu'à Tazi. Cette différence provient probablement du fait que dans ce premier verger la population de *A. aurantii* est très réduite (conséquence du traitement à l'H.CN en été 1971) et par suite les chances de rencontre entre les *Aphytis* et les stades parasitables sont plus rares.
- La première génération annuelle du Pou de Californie du fait du temps froid et pluvieux des mois de mars et d'avril n'a commencé à se manifester que vers le 19 mai à Ksiri; elle a lieu un mois plus tôt à Tazi (18 avril).
- Avant cette époque, quelques larves mobiles apparaissent et par suite, des premiers stades fixés, mais en faible quantité. Ces stades sont totalement absents les 1er février et 5 avril à Ksiri, alors qu'ils sont observés à chaque comptage à Tazi.
- Les stades parasitables évoluent lentement jusqu'en avril et mai, époque où le nombre de Femelles II (***) et de Femelles III (****) augmente rapidement (18 avril à Ksiri et 4 mai à Tazi).
- Les nymphes et adultes mâles sont visibles à chaque observation jusqu'à la fin avril et disparaissent totalement fin mai, début juin.
- La deuxième série de représentations graphiques (Fig. 1b, 2b) montre que le nombre de stades parasitables morts, présents à chaque observation, augmente rapidement à partir d'avril, dépassant nettement celui des mêmes stades vivants du début de mai.
- Ces stades parasitables (ou considérés comme tels) se maintiennent à un niveau élevé (50 p. 100 ou plus de la population totale) jusqu'à la fin de mars, puis diminuent progressivement jusqu'à la récolte où les comptages sur fruits le 4 mai font état des pourcentages suivants: 33,8 Ksiri et 9,5 pour Tazi (Fig. 1a, 2a).
- Parallèlement, la population de cochenilles parasitées (population d'*Aphytis*) suit à peu près la même évolution en sens inverse; elle est majoritaire à la récolte et se maintient à un haut niveau après celle-ci, comme le font ressortir les comptages réalisés sur feuilles et sur rameaux fin mai et courant juin.

(**) Femelle II: femelles ayant constitué leur bouclier ventral.

(****) Femelle III: femelles productrices de jeunes larves mobiles.

Les contrôles pratiqués le 2 juin ne permettent pas d'observer de cochenilles en nombre important sur les jeunes fruits; par contre, le 15 juin, ceux-ci sont déjà attaqués et déformés (cochenilles sous les sépales et cratères) de façon relativement importante sans qu'*Aphytis* ait encore manifesté sa présence (premiers stades et deuxièmes stades très jeunes).

Il est donc possible de dire que l'action d'*Aphytis* est loin d'être négligeable tout au long de l'année. La coïncidence entre la présence du parasite et celle des stades de cochenilles favorables à la ponte de l'entomophage est réduite au début de juin, ce qui implique la nécessité de poursuivre à cette saison la libération des parasites en vergers. Ceci peut paraître inutile à première vue, mais l'observation lors des comptages de larves et de nymphes d'*Aphytis* mortes sous les cochenilles, indique l'action néfaste du Chergui (Vent d'Est) qui se traduit en plus par l'absence totale d'oeuf à la dernière observation.

b. A la récolte

Dans le verger de Ksiri, le tri de la récolte n'a pu être effectué pour des raisons dépendant du propriétaire. Cependant, il est difficile d'y trouver des cochenilles en dehors de quelques arbres repérés il y a longtemps et pour lesquels il est possible de supposer que le bâchage à l'H.CN de l'été 1971 n'a pas été très efficace, parce que mal réalisé.

Dans le verger de Tazi, afin de chiffrer l'action des *Aphytis*, le tri fut réalisé selon les mêmes normes que pour les essais de lutte chimique. Ne pouvant pas passer cette récolte sur les chaînes de conditionnement industriel, les fruits furent d'abord passés sur la chaîne de lavage de la Station après nettoyage à l'eau et utilisation de chiffons en jute pour frotter chaque orange, puis triés à la main.

Selon l'infestation par *A. aurantii* et sans tenir compte des autres causes d'écart, trois catégories sont déterminées:

Catégorie 0 Pas de cochenilles

Catégorie 1 Peu de cochenilles: 4 à 5 cochenilles (fruits qui normalement pourraient être exportés)

Catégorie 2 Fruits non exportables, à cause de l'infestation du Pou de Californie

Les résultats suivants ont été obtenus: sur un lot de 1.990 kg pris au hasard à la récolte:

Catégorie 0 1.217 kg Soit 61,15%

Catégorie 1 328 kg Soit 16,48%

Catégorie 2 445 kg Soit 22,36%

Ainsi, 77,63% de la récolte porte peu ou pas de cochenilles et pourrait être exporté, s'il n'y avait pas d'autres causes d'écart.

Dans les vergers non traités, il était pratiquement impossible avant l'acclimatation d'*A. melinus*, de trouver à la récolte des fruits indemnes de cochenilles. Si l'on prend en considération ce fait, il est évident que l'action des *Aphytis* est importante et bénéfique. Ces résultats doivent être confirmés au cours des années à venir; ils pourront être améliorés par l'introduction et l'acclimatation d'autres entomophages. C'est ainsi que le parasite endophage de *A. aurantii*, *Comperiella bifasciata* How., introduit de Californie par l'intermédiaire de la Station d'Antibes (I.N.R.A. France), a commencé à être libéré dans ce verger. Cette introduction est trop récente pour être jugée rationnellement. De même, il existe à l'Insectarium de Rabat des souches de coccinelles qui seront multipliées dès que les locaux de la quarantaine seront aménagés.

Dès maintenant, l'action d'*A. melinus* contre le Pou de Californie doit être prise en considération dans les essais de lutte chimique. En effet, sur les arbres témoins elle influe de façon importante sur la population de cochenilles et risque de fausser les résultats. Il en est de même sur les parcelles traitées, contigues aux arbres témoins ou proches des parcelles en culture traditionnelle ne recevant pas de traitement.

Le taux de parasitisme par *A. melinus* sur stades parasitables d'*A. aurantii* depuis le début de l'année 1972 à la Station de Tazi, n'est jamais descendu au-dessous de 20 p. 100 et atteint 40 p. 100 au milieu de mai. Si l'on estime qu'à chaque cochenille femelle détruite par *Aphytis*, correspond la non prolifération d'au moins 100 jeunes et de leur descendance, il est possible au cours de trois générations annuelles d'*A. aurantii*, de mettre à l'actif d'une seule femelle d'*A. melinus* capable de pondre 50 oeufs, la non apparition dans l'année de près de 25 millions de cochenilles en verger. Or *Aphytis* évolue en cinq à six générations annuelles dans les conditions climatiques du Gharb; cette estimation permet d'expliquer l'efficacité de ce parasite et sa parfaite acclimatation en vergers d'agrumes non traités chimiquement.

Conclusions

Ces résultats laissent espérer qu'il sera possible dans les années à venir de réduire dans de grandes proportions la masse d'*Aphytis* à libérer en verger.

La lutte biologique ne se ferait plus alors par des lâchers massifs toute l'année, mais par des implantations du parasite dans des vergers où la population d'*A. aurantii* serait préalablement réduite par des traitements chimiques. L'élargissement des normes d'exportation faciliterait beaucoup l'utilisation de cette méthode de lutte; la sortie du Maroc de fruits porteurs de cinq à six cochenilles devrait être possible.

Nous insistons enfin sur l'intérêt que présente le maintien de vergers de référence, à l'abri de tout traitement chimique, au dehors du fait qu'il pourra servir à l'acclimatation d'insectes bénéfiques.

Summary

This study has been carried out in two different orchards of two particular climatic areas, separated by forty kilometers and both situated in the sphere of action the Ksiri Insectarium.

The one has been regularly colonized with *Aphytis* since July 1971 consequently to the artificial reduction of the California red Scale by an H.CN. treatment.

The other one has not been chemically treated since 1969 and the acclimatization of *Aphytis* appeared naturally without any introduction.

The periodic counting of Scale populations has been done on fruit during winter and spring until harvest and after, on leaves, twigs and young fruits. The efficiency of *A. melinus* has been studied in every case according to the presence of host stages considered suitable for the egg laying of the parasite.

Bibliographie

- BENASSY, C. et EUVERTE, G., 1967. Perspectives nouvelles dans la lutte contre *Aonidiella aurantii* au Maroc (Hom. Diaspididae).
Entomophaga 12, 5, 449-459.
- BENASSY, C. et EUVERTE, G., 1968a. Premières applications de la lutte biologique contre *Aonidiella aurantii* au Maroc.
Al Awamia 21, 19-26.
- BENASSY, C. et EUVERTE, G., 1968b. Essai d'utilisation pratique de la lutte biologique contre le Pou de Californie (*Aonidiella aurantii*), au Maroc.
Al Awamia 28, 1-60
- BENASSY, C. et EUVERTE, G., 1970. Note sur l'action de deux espèces du genre *Aphytis* en tant qu'agents de lutte biologique contre deux Coccides des Citrus (*Aonidiella aurantii* Mask. et *Chrysomphalus dictyospermi* Morg).

au Maroc.

Ann. Zool. Ecol. Anim. 2 (3), 357-372.

CAZELLES, BERTIN, A. et CULTRUT, G., 1972. Dix huit mois d'activité de l'Insectarium de Mechra-bel-Ksiri.

C.R. 2ème réunion S.R.O.P./O.I.L.B. - Athènes 18-23/9/1972 (A paraître).

EUVERTE, G., 1967. L'insectarium de lutte biologique. Production massive d'*Aphytis* parasites de cochenilles.

Al Awamia 23, 59-100.

EFFECT OF CHEMICAL CONTROL ON RATE OF
PARASITISM OF THE BLACK SCALE, *CHRYSONMPHALUS*
FICUS ASHM., IN EGYPT

by

MOSTAFA HAFEZ and A. RAOUF

Institute of Plant Protection, Ministry of Agriculture,
Dokki, Egypt.

Abstract

The black scale, *Chrysomphalus ficus* Ashm., is an important pest of citrus and certain other trees in Egypt. It was proved from earlier work that natural mortality of the pest, both due to biotic and abiotic factors, may reach a maximum of about 90% during July. Parasitism, predominantly caused by the encyrtid parasite *Habrolepis pascuorum* Mercet, is responsible for the major part of this mortality. It was observed that percentage of parasitism is in general higher in orchards which have received no insecticidal treatment than in orchards receiving such treatments, presumably due to the effect of the pesticides on the natural enemies.

Accordingly, the present work was conducted with the aim of evaluating the effect of certain insecticides and their combinations on the natural enemies of the black scale, especially *H. pascuorum*.

The treatments tested in an orchard of navel orange were:

Volc oil 2,5%, volc oil 2%, volc oil 2% + malathion 0.15%, malathion 0.3%, dimethoate 0.15%, and untreated control for check.

Percentage of parasitism was estimated just before spraying and at two-week intervals for about 10 months.

In general it was found that insecticides have a drastic effect on rate of parasitism of the black scale. Organophosphorous insecticides are by far more effective in that respect than mineral oil emulsions. Combinations of both

groups of pesticides come in between the two groups. A negative correlation proved to occur between the different doses of the same insecticide and the rate of parasitism of the scale insect.

It is concluded that the role of biotic mortality factors, especially that of parasites, has to be taken into consideration in the spraying program for the control of the black scale. If possible, mineral oil emulsions should be considered as more favourable than organophosphorous compounds since the former have less drastic effect on the parasites. Spraying during the month of July should be avoided as much as possible, since the rate of parasitism is generally at its maximum during that period.

Introduction

The black scale, *Chrysomphalus ficus* Ashm., is an important pest of citrus and certain other trees in Egypt. Mineral oil emulsions and organophosphorous insecticides are almost in general use for control of this pest. However, the pest still causes some damage to citrus production in this country. Consequently, chemical control does not seem to be able alone to eliminate the losses caused by the black scale in Egypt. Probably an integrated control program including both chemical and biological control methods may be a good help in this respect.

For a long time the indigenous biotic mortality factors have been believed to be unable to keep the pest on a low level of population density (Willcocks, 1922; Priesner, 1931; Habib & Atallah, 1960; El-Keiy, 1964). However, rather recently Hafez and Saad (1969) demonstrated that natural mortality of the pest, both due to biotic and abiotic factors, may reach a maximum of about 90% during July, and that parasitism caused the major fraction of this mortality. They added that the encyrtid parasite *Habrolepis pascuorum* Mercet proved to be the most important parasite of this pest in Egypt. In other work it was observed that the percentage of parasitism was higher in citrus orchards which had received no insecticidal treatment as compared to other orchards which were treated with insecticides (Raouf, 1969; Hafez et al, 1970). This could be explained by the assumption that probably the applied insecticides have adverse effects on the parasites causing a reduction in their role as mortality factors affecting the populations of the black scale *C. ficus* in Egypt.

In order to verify such an assumption, the present work was initiated with the aim of evaluating the role of certain insecticides and combinations in

suppressing the effect of the natural enemies of the pest. It was believed of particular importance to investigate the effect of volc oil and organo-phosphorous insecticides on the rate of parasitism, and to explore the possibility of reducing the doses of applied insecticides in an attempt to use both chemical and biological control methods in an integrated manner in citrus orchards.

Methods and techniques

An orchard of navel orange located in Qalubia Governorate, Nile Delta, and heavily infested with the black scale, was selected for the study. The orchard was divided into plots each consisting of 16 trees. Each plot received one of the following treatments:

1. Volc oil 2.5 %
2. Volc oil 2 %
3. Volc oil 2 % + Malathion 0.15%
4. Malathion 0,3 %
5. Dimethoate 0.15%
6. Untreated control

Spraying took place on November 18, and percentage of parasitism of the black scale was estimated just before the treatment and at two-week intervals for about ten months.

Percentage of parasitism was obtained by dissecting a representative randomized sample of 200 adult female scales. These were classified into the following categories:

1. Living unparasitized insects.
2. Dead and generally dry insects due to factors other than parasitism. This category mainly includes effect of insecticides, but it also includes the minor effects of predators.
3. Parasitized insects:
 - A. Having larvae of parasites.
 - B. Having pupae of parasites.
 - C. Showing emerging holes, indicating emergence of adult parasites.

Predator populations and predation were also periodically observed throughout the period of the experiment.

Results

The results obtained seem to indicate the following.

1. In plots which had received organophosphorous insecticides, malathion

and dimethoate, percentage of mortality due to insecticides increased gradually till it reached a peak of 96,5% and 99,5% three and four months after spraying, respectively.

On the other hand, in plots which had received volc oil, the mortality peak of 95% was reached two weeks after spraying.

2. The percentage of parasitism, almost all caused by *H. pascuorum*, decreased from 17,5% and 17% before spraying with volc oil 2.5% and 2% respectively to 7.5% and 8% after spraying. After that the percentage of parasitism increased gradually to reach a peak of 19.5% at the third week of July in case of volc oil 2% and a peak of 15% at the same week in case of volc oil 2.5%.

3. After treatment with organophosphorous insecticides, 0.3% malathion and 0.15% dimethoate, the percentage of parasitism decreased sharply to reach a bottom of 0.5% and 0% at the end of February and early of March.

In general, percentage of parasitism in case of trees treated with organophosphorous compounds was lower than in case of trees treated with volc oil.

4. In case of trees which had received a mixture of 2% volc oil and 0.15% malathion, percentage of parasitism ranged between parasitism in case of volc oil and that of the organophosphorous insecticides.

5. In case of untreated plot left for control, percentage of parasitism ranged between a minimum of 0.5% at the first week of February and a maximum of 28% at the third week of July. It is clear that rate of parasitism in case of the untreated trees was higher than in case of the chemically treated trees. However, the obtained percentage of parasitism in untreated trees is believed to be lower than expected if the whole orchard was untreated. This is presumably due to the fact that the untreated trees in the present experiment were close to treated trees and located within an orchard which was surrounded by orchards receiving chemical treatments. This might have caused an overall reduction in rate of parasitism in the orchard. Previous studies conducted in other rather close areas in Egypt have shown that in orchards not exposed to insecticides percentage of parasitism develops to high levels, reaching a maximum ranging between 75% and 81.5% of the adult females, coinciding with the periods of the higher populations of the scale insects (Hafez and Saad, 1969; Raouf, 1969; Hafez et al, 1970).

6. Percentage of natural mortality due to factors other than parasitism, such as predatism and certain abiotic factors, in case of untreated plots was 2.5% at the fourth week of December, and increased gradually to reach

a peak of 73% late in May, after which it generally decreased till the end of the experiment in August. It is believed that there is probably no or slight differential effect due to the abiotic mortality factors in case of chemically tested and non-treated plots. On the other hand, rate of predatism is known to be affected by the insecticides. The most important predator encountered during the experiment was the coccinellid beetle *Chilocorus bipustulatus* L. which is believed to have caused a considerable part of the mortality during summer months.

Conclusion

In the last few years, field observations in Egypt have indicated the occurrence of a considerable increase in the rate of infestation by the black scale, mainly in citrus trees. This increase seemed to coincide with the increase of application of organophosphorous compounds in place of, or in addition to, mineral oils in citrus orchards. It was concluded from earlier work that parasitism seems to play a considerable role in regulating the population densities of the pest at a low level. Accordingly, one probable explanation to the phenomenon of the increased rate of infestation could be that phosphorous insecticides may have a more detrimental effect on rate of parasitism than mineral oils.

It is concluded from the present work that in general insecticides have a drastic decreasing effect on rate of parasitism of the black scale. Higher doses of the same insecticide or the same group of insecticides seem to reduce the rate of parasitism. Accordingly, as much as possible a minimum efficient dose of insecticide should be applied. Furthermore, it was proved that organophosphorous insecticides seem to be more detrimental to rate of parasitism than mineral oil emulsions. Combinations of both groups of pesticides cause an effect that comes in between the effect of each or the two groups.

In conclusion, it is believed that the role of biotic mortality factors, especially that of parasites, should be taken into consideration in the spraying program for the control of the black scale. Whenever possible, mineral oil emulsions and at the lowest possible dosage should be considered for treatment rather than organophosphorous compounds. This recommendation is based on the fact that the mineral oils give almost the same result against the pest with less drastic effects against the parasites.

Spraying during the month of July should be avoided as much as possible, since the rate of parasitism is generally at its maximum during that period.

References

- EL-KEIY, I.A., 1964. Factors affecting the population density of *Chrysomphalus ficus* Ashm. on citrus plants.
M.Sc. Thesis, Faculty of Agric., Ein Shams Univ., Egypt.
- HABIB, A. & Y.H. ATALLAH, 1960. Population studies on the black scale *Chrysomphalus ficus* Ashm. III. The build up of the populations on different kinds of citrus.
Bull. Soc. Ent. d'Egypte, 44, 353-365.
- HAFEZ, MOSTAFA & BOTHAINA M. SAAD, 1969. An indication of the role of parasites in the control of the black scale, *Chrysomphalus ficus* Ashmead, in U.A.R.
Agric. Res. Rev., Cairo, 47,3, 111-116.
- HAFEZ, MOSTAFA, M.F.S. TAWFIK & A. RAOUF, 1970. On the population dynamics of the black scale, *Chrysomphalus ficus* Ashm., in U.A.R. III. On the bionomics of *Habrolepis pascuorum* Mercet (Hymenoptera, Encyrtidae), a parasite of the black scale, *Chrysomphalus ficus* Ashm.
Minist. of Agric. U.A.R. Tech. Bull. 2, 33-89.
- PRIESNER, H., 1931. On the biology of *Chrysomphalus ficus* Ril. (Hem. Cocc.) with suggestions on the control of this species in Egypt.
Bull. Minist. Agric. Egypt. 117, 19 pp.
- RAOUF, AHMED, 1969. The biological control of the black scale, *Chrysomphalus ficus* Ashm., (Homoptera, Diaspididae) in the U.A.R.
M.Sc. Thesis, Faculty of Agric., Cairo Univ., Egypt.
- WILLCOCKS, F.C., 1922. A survey of the more important economic insects and mites of Egypt.
Tech. Bull. of Sultanic Agricultural Society, Egypt. 1, 482 pp.